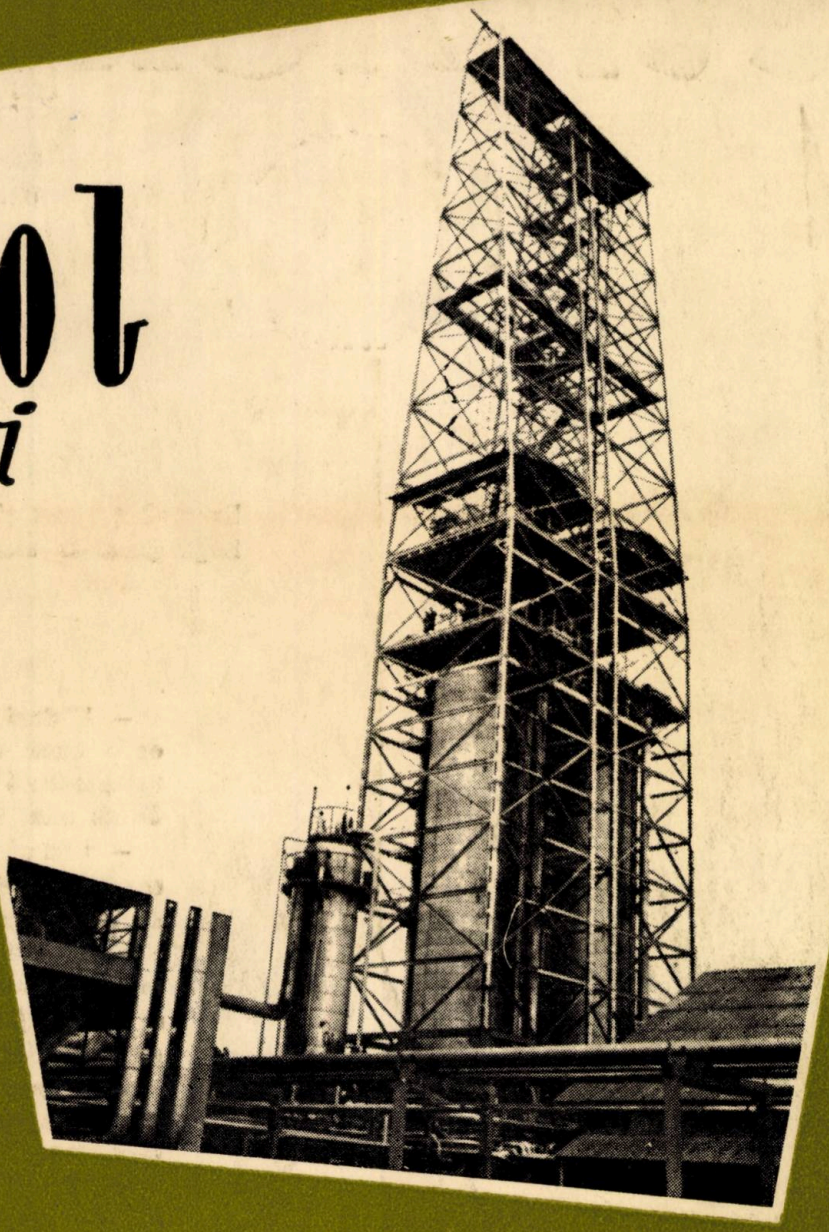
E1445

petrol și gaze



PETROL ŞI GAZE • Vol. 14 • Nr. 1 • P. 1 — 56 • BUCUREŞTI, 1963

1

petrolexport

BD. 6 MARTIE Nr. 42 — BUCUREȘTI
TELEFON 15.70.17 ● TELEX 266

livrează prompt și în condiții avantajoase o largă gamă de uleiuri lubrifiante :

cu aditivi sau fără

— Uleiuri pentru motoare cu ardere internă cu o bună stabilitate în condiții variate de temperatură și indice de viscozitate Dean Davis min. 90°.

— Uleiuri pentru turbine caracterizate prin condiții mari de stabilitate și cu capacitate de înaltă dezemulsionare.

— Uleiuri pentru transformatoare și întreruptoare electrice cu o mare stabilitate chimică și puncte joase de congelare ce servesc atit ca izolant cît și ca intermediar de răcire.

— Uleiuri pentru mașini cu abur saturat și supraîncălzit cu temperaturi mari de inflamabilitate.

— Uleiuri industriale destinate ungerii a diverse mașini ce lucrează în regim moderat de temperatură.

— Uleiuri textile cu congelări joase și viscozitate mică.

E1445

ORSZÁGOS MŰSZAKI KÖNYVTÁRES DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT 1883

CUPRINS

M. ALEXANDRU, R. BLUM şi D. DOICIN: **Consideraţii privind studiul zonei superficiale în prospecţiunea seismometrică** 1—9

I. LARI: **Aspectele ale dezvoltării tehnicii forajului** 10—15

ŞTEFAN COSTEA: **Posibilităţi de micşorare a declinului de producţie în şantierele vechi din Trustul Tîrgovişte** 16—21

S. PĂNCESCU: **Resăparea sondelor** 22—27

I. TUDOSE: **Tehnica construirii conductelor magistrale de gaze în R.P.R.** 28—36

V. CERCHEZ, N. BRUDA şi GH. IORDACHE: **Ridicarea calităţii uleiurilor prin folosirea de aditivi** 37—45

CRONICĂ 46—48

INFORMAŢII ECONOMICE 48—49

INFORMAŢII TEHNICE 49

DOCUMENTARE 50—53

INOVAŢII 54

BREVETE 55

COMITETUL DE REDACŢIE

Ing. I. NICULESCU, Laureat al Premiului de Stat, redactor responsabil, ing. GH. ALDEA, ing. I. COSTESCU, ing. V. COVRIG, dr. ing. N. CRISTEA, Laureat al Premiului de Stat, dr. ing. AL. DRĂGAN, ing. I. ISTRATE, ing. G. PACOSTE, ing. N. ROŞCA, ing. I. TOCAN, candidat în ştiinţe tehnice, şi ing. A. ZBEREA.

Fotografia de pe copertă reprezintă instalaţia de cracare întîrziată cu fabricarea de cocs de petrol de la Rafinăria Oneşti.

MĂRCI DE FABRICĂ ŞI DE COMERŢ ROMÎNEŞTI

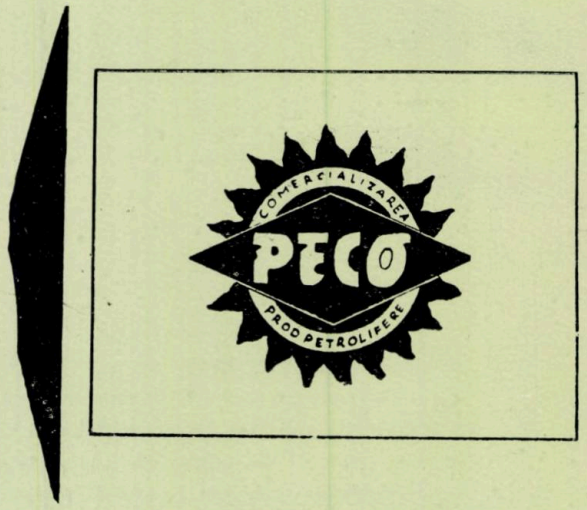
Valabile fiecare în majoritatea ţărilor aderente la Aranjamentul de la Madrid

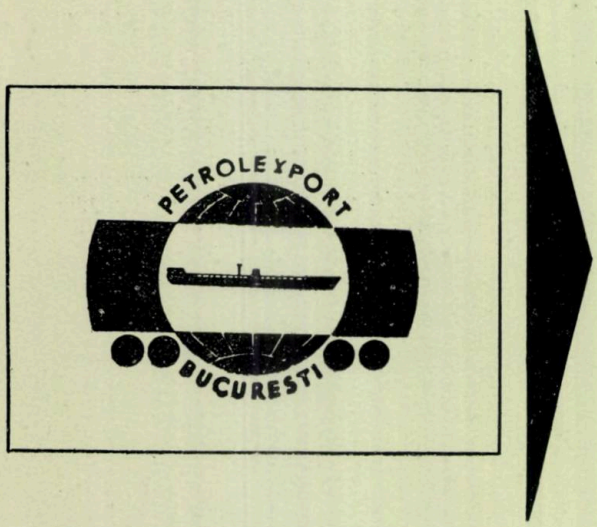
înregistrate internaţional la Geneva

Marca **PECO**, cu desen, înreg. internaţional sub nr 218216/1959.
Titular: Direcţia Generală pentru Aprovizionare şi Desfacere din cadrul Ministerului Industriei Petrolului şi Chimiei, Bucureşti.

Mărfurile protejate: **benzină, petrol, uleiuri, gaze lichefiate, unsori consistente etc.**

Înregistrată în R.P.R. sub nr. 6509/1958.





Marca **„PETROLEXPORT" — Bucureşti,** cu desen, înreg. internaţional sub nr. 245210.
Titular: Întreprinderea de Stat pentru Comerţul Exterior „PETROLEXPORT" — Bucureşti.

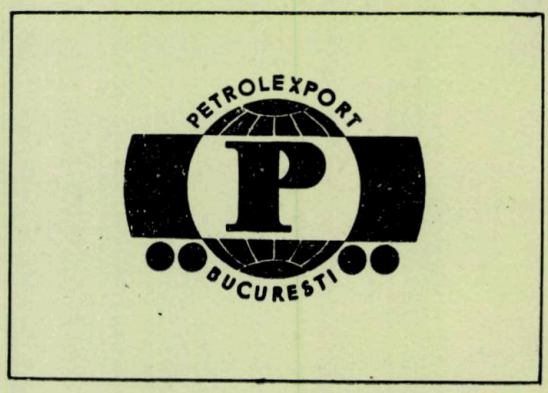
Mărfurile protejate: **benzine extracţie de orice fel, benzine aviaţie, benzine auto, petroluri, motorine, păcură, uleiuri minerale, acizi naftenici bruţi şi distilaţi, bitum industrial, ceresine, parafine, cocs de petrol, gaze lichefiate, unsori consistente**

Înregistrată în R.P.R. sub nr. 7700/1961.

„PETROLEXPORT" — Bucureşti, cu desen, înreg internaţional sub nr. 245209
Titular: Întreprinderea de Stat pentru Comerţul Exterior „PETROLEXPORT" — Bucureşti

Mărfurile protejate: **benzine extracţie de orice fel, benzine aviaţie, benzine auto, petroluri, motorine, păcură, uleiuri minerale, acizi naftenici bruţi şi distilaţi, bitum industrial, ceresine, parafine, cocs de petrol, gaze lichefiate, unsori consistente**

Înregistrată în R.P.R sub nr 7701/1961.



MATERIALUL A FOST FURNIZAT DE CĂTRE BIROUL DE BREVETE ŞI INVENŢII PENTRU STRĂINĂTATE DE PE LÎNGĂ CAMERA DE COMERŢ A R.P.R.

СОДЕРЖАНИЕ

М. АЛЕКСАНДРУ, Р. БЛЮМ и Д. ДОЙЧИН: **Соображения в связи с изучением поверхностей зоны при сейсмометрической разведке** ..... 1—9

И. ЛАРИ: **Аспекты развития техники бурения** ..... 10—15

ШТ. КОСТЯ: **Возможности сокращения спада добычи на старых нефтепромыслах треста Тырговиште** ..... 16—21

С. ПЭНЧЕСКУ: **Перебуривание скважин** ..... 22—27

И. ТУДОСЕ: **Техника строительства магистральных газотрубопроводов в Румынии** ..... 28—36

Б. ЧЕРКЕЗ, Н. БРУДА и Г. ИОРДАКЕ: **Повышение качества масел с помощью присадок** ..... 37—45

ХРОНИКА ..... 46—48

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ ..... 48—49

ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ 49

ДОКУМЕНТАЦИЯ ..... 50—53

НОВАТОРСТВО 54

М, АЛЕКСАНДРУ, П, БЛЮМ, Д, ДОЙЧИН : **Соображения в связи с изучением поверхностной зоны при сейсмометрической разведке.**

В работе рассматриваются основные методы исследования поверхностной зоны сейсмического профиля.

В изложении дается ряд уточнений и сведений способствующих более подробному ознакомлению с параметрами поверхностной зоны, и, следовательно, более четкому уточнению статических коррекций в сеисмометрии.

Petrol şi Gaze 14 (1963) nr. 1 p.
ДК 622.243 : 644.51

И. ТУДОСЕ : **Техника строительства магистральных газопроводов в Румынии.**

В рамках шестилетнего плана развития народного хозяйства в газовой промышленности отмечается значительный рост производства.

В этой связи намечается строительство ряда магистральных газотрубопроводов.

В Румынии строительство этих трубопроводов осуществляется на основании изысканий и проектов, базирующихся на передовой технике, приспособленной к местным условиям.

Petrol şi Gaze 14 (1963) nr. 1 p.
ДК 655.51 : 621.643 : 621.791

И. ЛАРИ. **Аспекты развития техники бурения.**

Указывается, что методы бурения, применемые в настоящее время при проходке глубкиях скважин дают весьма низкий к.п.д.

Далее описывается ряд процессов, которые могут быть положены в основу техники разрушения горных пород, применение горячей плазмы, электромагнитного поля высокой частоты и взрывов. Проведено испытание в промысловых условиях использования взрывчатых веществ. При этом в вращательном бурении намечается применение высокопрочных дегированных алюминиевых бурильных труб и электробуров спускаемых в скважину через бурильные трубы.

Приводятся практические результаты, полученные при внедрении ряда современных технологических методов строительства.

Petrol şi Gaze 14 (1963) nr. 1 p.
ДК 622.243 : 605.59

Б. ЧЕРКЕЗ, Н. БРУДА и Г. ИОРДАКЕ : **Повышение качества масел с помощью присадок**

Для удовлетворения всех качественных требований, предъявляемых смазочным маслам, применяемым машиностроительной промышленностью, отмечается необходимость добавления соответствующих присадок. Эти последние придают маслам устойчивость на окисление, моющие свойства, текучесть при низких температурах, обеспечивая смазку трущихся поверхностей в условиях высоких давлений и температур. Подчеркивается неуклонно возрастающая роль присадок.

Приводятся практические результаты, полученные при внедрении ряда современных технологических методов строительства.

Petrol şi Gaze 14 (1963) nr. 1 p.
ДК 655.51 : 621.645 : 621.791

Редакция нашего журнала может обеспечить по требованию, бесплатно, высылку более подробных резюме статей и полные переводы — за соответствующую оплату.

INHALTSVERZEICHNIS

M. ALEXANDRU, R. BLUM und D. DOICIN: **Betrachtungen über das Studium der oberen Schichten in der seismometrischen Lagerstättenforschung** 1–9

I. LARI: **Entwicklungsaspekte der Bohrtechnik** 10–15

ST. COSTEA: **Möglichkeiten zur Verminderung des Produktionsrückganges bei den alten Bohrfeldern im Trust Târgoviște** 16–21

S. PĂNCESCU: **Neubohrung der Sonden** 22–27

I. TUDOSE: **Die Technik des Baus von Überland-Erdgasleitungen in R.V.R.** 28–36

V. CERCHEZ N. BRUDA und GH. IORDACHE: **Die Qualitätsverbesserung der Öle durch Zusatzmittel** 37–45

CHRONIK 46–48

WIRTSCHAFTLICHE INFORMATIONEN 48–49

TECHNISCHE INFORMATIONEN 49

DOKUMENTIERUNG 50–53

NEUERUNGEN 54

M. ALEXANDRU, R. BLUM und A. DOICIN: **Betrachtungen über das Studium der oberen Schichten in der seismometrischen Lagerstättenforschung.**

Im Aufsatz wird eine Übersicht der wichtigsten Verfahren zur Untersuchung der aufliegenden Schicht der seismischen Sektion gegeben. Der Aufsatz enthält einige Feststellungen und Beiträge zur besseren Kenntnis der Parameter der aufliegenden Schicht und damit zur genaueren Bestimmung der statischen Korrekturen in der seismischen Lagerstättenforschung.

Petrol şi Gaze 14 (1963) H. 1, S. 1
DK 622.1

I. TUDOSE: **Die Technik des Baus von Überland-Erdgasleitungen in R.V.R.**

Im Rahmen des Sechsjahrplans der Entwicklung unserer Volkswirtschaft erlebt die Gasindustrie einen grossen Produktionsaufschwung.

Demzufolge wurde auch der Bau von Überlandleitungen für die Beförderung des Gases vorgesehen. Diese Leitungen werden in der R.V.R. auf Grund von Studien und Projekten im Gleichschritt mit der fortgeschrittenen Technik und entsprechend den örtlichen Verhältnissen gebaut. Der Verfasser beschreibt die praktischen Ergebnisse, die auf unseren Baustellen für Überlandleitungen in der Arbeitsorganisierung, durch die Verwendung neuer technologischer Verfahren erzielt wurden.

Petrol şi Gaze 14 (1963) H. 1, S. 28
DK 662.62.621.643

I. LARI: **Entwicklungsaspekte der Bohrtechnik.**

Es wird darauf hingewiesen, dass für besonders tiefe Sonden, die gegenwärtigen Bohrverfahren einen niedrigen Leistungsfaktor aufweisen.

Der Verfasser beschreibt einige Verfahren die als Grundlage zur Technik des Gesteindurchbruchs dienen können, die Verwendung des Plasmas mit einer hohen Temperatur sowie, die Verwendung eines Magnetfeldes von hocher Frequenz. Für das Rotarybohren werden Gestänge aus Duraluminium empfohlen.

Petrol şi Gaze 14 (1963) H. S. 10
DK 622.243 : 665.51

V. CERCHEZ, N. BRUDA und GH. IORDACHE: **Die Qualitätsverbesserung der Öle durch Zusatzmittel.**

Die Schmieröle müssen durch Zusatzmittel verbessert werden, um alle Qualitätsansprüche des Maschinenbaus gerecht zu werden. Druch die Zusatzmittel werden Öle oxydationsfest bleiben auch bei tiefen Temperaturen flüssig und sichern das Schmieren der Flächen, die einem grossen Druck und hohen Temperaturen ausgesetzt sind. Die Rolle und Bedeutung der Zusatzmittel wird immer grösser.

Petrol şi Gaze 14 (1963) H. 1, S. 37
DK 665.51 : 621.643 : 621.791

Die Redaktion der Zeitschrift kann auf Wunsch unentgeltlich ausführlichere Inhaltsangaben der Aufsätze oder die vollkommene Übersetzung des Aufsatzes gegen eine entsprechen Gebühr an den Interressanten zusenden

SOMMAIRE

M. ALEXANDRU, R. BLUM et D. DOICIN : **Considerations sur l'étude de la zone superficielle. dans la prospection séismométrique** 1–9

I. LARI : **Quelques aspects du développement de la technique du forage** 10–15

ŞT. COSTEA : **Possibilités de diminuer la baisse de production dans les vieux chantiers du Trust de Tîrgoviste** 16–21

S. PĂNCESCU : **Le reforage des soudes** 22–27

I. TUDOSE : **La technique de construction des conduites principales à gaz dans R.P.R.** 28–36

V. CERCHEZ, N. BRUDA et GH. IORDACHE : **L'amélioration de la qualité des huiles par l'utilisation d'additifs** 37–45

CHRONIQUE 46–48

INFORMATIONS 48–49

INFORMATIONS TECHNIQUES 49

DOCUMENTATION 50–53

INNOVATIONS 54

M. ALEXANDRU, R. BLUM, şi D. DOICIN : **Considérations sur l'étude de la zone superficielle dans la prospection séismométrique.**

L'article passe en revue les principales méthodes d'investigation de la zone superficielle de la section séismique.

Les précisions fournies permettent une meilleure connaissance des paramètres de la zone superficielle et, par conséquent, l'établissement plus précise des corrections statiques en séismométrie.

Petrol şi Gaze 14 (1963) nr. 1 p. 1
C.D. 622.1

I. TUDOSE : **La technique de construction des conduites principales à gaz dans notre pays.**

Dans le cadre du plan de 6 ans consacré au développement de l'économie nationale, l'industrie du gaz connaît une importante augmentation de production.

On prévoit à cet effet la construction de conduites principales pour le transport de gaz, dont la réalisation s'effectues dans la R.P.R. à base d'études et de projets fondés sur une technique avancée, adaptée aux conditions locales.

L'article s'occupe ensuite des résultats pratiques obtenus par l'utilisation de certaines méthodes technologiques de construction.

Petrol şi Gaze 14/(1963) nr. 1 p. 28
C.D. 662.62 : 621.643

L. LARI : **Quelques aspects du développment de la technique du forage.**

L'auteur fait ressortir que les actuelles méthodes de forage ont un randament très réduit dans le cas des sondes exceptionnellement profondes.

On décrit quelques procédés qui pourraient servir comme base à la technique de la désagrégation des roches, tels que :

l'utilisation du plasma brûlant, d'un champ électromagnetique de haute fréquence des explosifs.

Pour le forage rotatif, on préconise des tiges faites d'alliages hautement resistants d'aluminium et des électroburs introduits pas des perches.

Petrol şi Gaze 14 (1963) nr. 1, p.
C.D. 622.243 : 665.51

V. CERCHEZ, N. BRUDA şi GH. IORDACHE : **L'amélioration de la qualité des huiles par l'utilisation d'additifs.**

En vue de satisfaire aux exigences de l'industrie constructive de machines, la qualité des huiles lubréfiantes doit être améliorée par l'adjonction d'additifs. Ceux-ci impriment aux huiles : stabilité à l'oxidation, detérgence, fluidité aux températures basses, assurant en même temps le graissage des surfaces de friction soumises aux pressions et températures élevées etc.

Petrol şi Gaze 14 (1963), nr. 1 p. 37
C.D. 665.51 : 621.643 : 621.791

La rédaction des revues peut envoyer gratuitement sur demande de plus amplessommaires des articles ou comtre pajement des traductions complètes.

CONTENTS

M. ALEXANDRU, R. BLUM and D. DOICIN : **Some considerations concerning the study of the superficial zone in the seismical prospection** 1–9

I. LARI : **New developments in the drilling technic** 10–15

ST. COSTEA : **Possibilities of reducing the production decline in the o'd yards belonging to the Tirgoviște Trust** 16–21

S. PĂNCESCU : **The redrilling of wells** 21–27

I. TUDOSE : **The building technics of main pipe lines in the R.P.R.** 28–36

V. CHERCHEZ, N. BRUDA and GH. IORDACHE : **Improving the quality of oils by means of additives** 37–45

CHRONICLE 46–48

ECONOMICAL INFORMATIONS 48–49

TECHNICAL NEWS 49

DOCUMENTATION 50–53

INNOVATIONS 54

M. ALEXABNDRU, R. BLUM, and D. DOICIN : **Some considerations concerning the study of the superficial zone in the seismometric prospection.**

This paper reviews the principal methods of investigating the superficial zone of the seismic section. Some explanations and contributions are given for a better knowledge of the superficial zone parameters and the more accurate establishment of static corrections in seismometry.

Petrol și Gaze 14 (1963) nr. 1, p. 1
D.C. 622.1

I. TUDOSE : **The building technics of main pipe lines in the R.P.R.**

The gas industry is being considerably extended within the framework of the 6-year development plan of our national economy.

The measures considered in this view include the building of main lines for gas conveyance. Such main lines are built in the R.P.R. on the basis of studies and designs drawn up to meet the requirements of up-to-date technics, adapted to local conditions. Compulsory standards have been elaborated for the designing and execution of new gas lines.

A description is given of the technological processes involved in main line building.

Petrol și Gaze 14 (1963) nr. 1 p. 21
D.C. 662.62 : 621.643.

I. LARI : **Some aspects concerning the drilling technics.**

The author shows that the efficiency of presently used drilling methods is very low in the case of particularly deep wells. Some processes on which the rock disaggregation technique is based are then described namely : the utilization of hot plasma, high frequency electromagnetic field and explosives. The use of drill pipes made of highly resistant aluminium alloys as well as of electroburs is suggested in the case of rotary drilling.

Petrol și Gaze 14 (1963), nr. 1, p.
D.C. 622.243 : 665.51

V. CERCHEZ, N. BRUDA and GH. IORDACHE : **Improving the quality of oils by means of additives.**

Improving the quality of lubricating oils to meet the quality conditions required by the machine building industry involves the use of additives, which are imparting to oils oxidation stability, detergence, fluidity at low temperatures, adequate lubrication of friction surfaces subject to high pressures and temperatures etc.

Petrol și Gaze 14 (1963) nr. 1, p. 28
D.C. 665.51 : 621.643.791

The editorial board of the magazine can sent at request – free of charge – larger summaries of the articles, and complete translations at cost prize.

PETROL ŞI GAZE

ORGAN AL MINISTERULUI INDUSTRIEI PETROLULUI ŞI CHIMIEI ŞI AL CONSILIULUI NAŢIONAL AL INGINERILOR ŞI TEHNICIENILOR DIN R. P. R.

ANUL XIV
Nr. 1
IANUARIE
1963

C.Z. 622.1

Consideraţii privind studiul zonei superficiale în prospecţiunea seismometrică

Ing. M. ALEXANDRU,

ing. R. BLUM,

ing. D. DOICIN

Lucrările de prospecţiune seismometrică sînt considerate astăzi o etapă indispensabilă în desfăşurarea programului de cercetare a regiunilor petroliere.

Importanţa seismometriei în cadrul lucrărilor geofizice de prospecţiune a determinat progresul rapid al mijloacelor sale de investigaţie, ilustrat în ultima vreme prin apariţia staţiilor cu înregistrare magnetică, precum şi prin alte perfecţionări tehnice şi metodice. Acest progres nu reduce însă necesitatea de a ţine seamă în interpretarea datelor obţinute de o serie de factori care pot afecta apreciabil calitatea şi precizia reprezentărilor finale (secţiuni, scheme). Mai mult, este aproape evident faptul că noile sisteme de înregistrare, metode şi tehnici de lucru, care realizează printr-o automatizare avansată caracterul cantitativ al rezultatelor prospecţiunii seismice, cer corectarea cît mai exactă a datelor primare de măsurători. Datorită acestui fapt şi pentru a limita articolul de faţă la elementele corecţiei statice în seismometrie, sînt prezentate cele mai adecvate metode de determinare a parametrilor zonei superficiale. Articolul aduce şi unele precizări şi contribuţii menite să ducă la cunoaşterea mai bine a efectului perturbator şi prin aceasta la îndepărtarea acestui efect pe care zona superficială îl are asupra măsurătorilor seismice.

Privit din punctul de vedere al vitezei de propagare a undelor elastice, mediul prospectat seismic se comportă diferit, putîndu-se delimita convenţional, în adîncime, două zone cu regimuri distincte.

— *Zona vitezelor mici*, în care viteza de propagare a undelor elastice are valori pînă la circa 800 m/s.

— *Zona rocii vii*, în care viteza de propagare a undelor elastice depăşeşte 1 600 m/s.

Trecerea de la zona vitezelor mici la roca vie se poate face fie brusc, fie uneori prin intermediul unor formațiuni ce alcătuiesc *zona intermediară* în care viteza de propagare a undelor elastice este cuprinsă între 800 și 1 600 m/s.

Pentru efectul creat asupra înregistrărilor seismice, zona vitezelor mici și cea intermediară sînt întotdeauna analizate în ansamblu, iar pachetul de formațiuni de la suprafață pînă la nivelul rocii vii va purta în considerațiile care vor urma denumirea de zonă superficială.

Diferențierea menționată, care folosește drept criteriu mărimea vitezei de propagare a undelor elastice, este admisibilă în cazurile cele mai răspîndite ; în general însă, separarea zonei superficiale trebuia să se facă pornind de la raportul dintre viteza care o caracterizează și viteza aferentă „rocii vii" propriu-zise.

Experiența dovedește faptul că zona superficială, alcătuită de obicei din depuneri recente, este caracterizată printr-o structură complexă, ca urmare a procesului din care a luat naștere. Un rol important în acest proces îl au diferiții agenți externi. O examinare îndeaproape a factorilor geologici care determină proprietățile elastice ale zonei superficiale depășește cadrul acestui articol.

Acțiunea neuniformă la suprafață a acestor factori duce la variații de viteză importante pe distanțe relativ scurte.

La variația laterală a vitezei contribuie considerabil și oscilația nivelului hidrostatic.

Zona superficială este prezentă chiar atunci cînd la suprafață se află formațiuni relativ dense (marne, gresii, calcare). Aceasta își găsește explicația în procesul de alterație datorit agenților externi. Viteza în zona de alterație poate fi foarte redusă, ajungînd uneori la valori inferioare vitezei sunetului (200—300 m/s).

Sînt frecvente cazurile cînd un relief accidentat, asociat cu o zonă superficială complicată, poate crea structuri fictive.

Uneori s-au întîlnit cazuri în care pe secțiunea necorectată a unui profil seismic, ondulațiile evidențiate apar net ca un rezultat al influenței reliefului și a zonei superficiale.

Constituția eterogenă a zonei superficiale este una dintre cauzele care pot abate de la realitate imaginea seismică, ridicînd în fața seismicianului prospector cele mai grele probleme.

În stadiul actual, metodele seismice sînt acelea care trebuie să rezolve probleme geologice complicate, care impun o mai mare exigență în aplicarea corecțiilor statice. Aceasta este o consecință a creșterii interesului pentru structurile de mică amplitudine, la determinarea cărora influența zonei superficiale se manifestă cu o pondere mai mare asupra măsurătorilor. Îndepărtarea acestor influențe se face prin reducerea observațiilor la un nivel sub care distribuția vitezelor se supune unor legi mai simple, care convin interpretării și rezolvării problemelor puse.

Elementele de corecție se pot determina prin diferite metode.

1. METODA „TIMPULUI VERTICAL"

Această metodă își găsește o largă aplicare ținînd seama de faptul că datele necesare se obțin sistematic, concomitent cu înregistrarea fiecărui dispozitiv seismic. Valoarea vitezei medii de propagare a undelor elastice, în formațiunile traversate de sonda de împușcare, calculată cu relația :

$$\bar{V} = \frac{H}{t_v} = \frac{H}{\sum_{i=1}^{n} \frac{h_i}{V_i}} \qquad (1)$$

în care t_v reprezintă timpul vertical, iar H— adîncimea punctului de explozie, care poate da informații asupra caracterului zonei superficiale de-a lungul profilului.

Folosind timpul înregistrat în prima sosire de geofonul de sondă (t_v) și admițînd pentru zona superficială o viteză V_z, grosimea zonei superficiale se determină conform relației :

$$h_z = \frac{t_v - \frac{H}{V_k}}{\frac{1}{V_z} - \frac{1}{V_k}} \qquad (2)$$

în care V_k este valoarea vitezei în roca vie.

Se poate lua pentru V_z o valoare cuprinsă în intervalul 500—800 m/s reprezentînd gama obișnuită de variație a vitezei în zona superficială. Rezultatele aplicării acestor premise sînt în general satisfăcătoare.

Într-adevăr, folosind un V_z arbitrar și cu condiția $H > h_z$, secțiunea construită (fig. 1) oferă o imagine calitativă a variației grosimii zonei superficiale, echivalentă ca timp în intervalul $0 \div H$.

În toate cazurile folosirii timpului vertical ca fază de calcul pentru determinarea zonei,

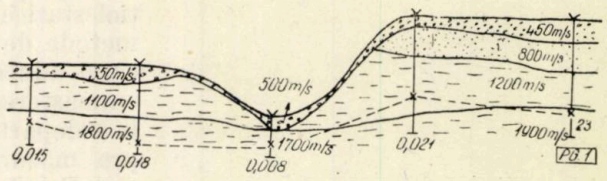


Fig. 1 :
--- limita zonei superficiale calculate prin formula (2).

drumul undei se consideră vertical. Pe de altă parte, însă, există o serie de motive pentru care geofonul trebuie plasat la o oarecare distanță de sondă. Astfel se evită înregistrarea

în prima sosire a undei care se propagă prin coloana de lichid sau a undei de „burlan" cînd sonda este tubată.

Pe aceeaşi cale se îndepărtează influenţa contaminării cu noroi de foraj sau gaze din explozii anterioare a rocii din imediata vecinătate a găurii.

Distanţa la care se aşază geofonul de sondă este de 5÷10 m. Dacă această distanţă este mai mare de 5 m, timpul vertical se determină prin relaţia :

$$t_v = \frac{t_{obs.}}{\sqrt{1 + \frac{d^2}{H^2}}} \qquad (3)$$

în care d este distanţa de la geofon la sondă.

Al doilea factor ce afectează mărimea înregistrată a timpului vertical este cantitatea de material explozibil folosit, constatîndu-se practic că majorarea acestei cantităţi duce la micşorarea timpului vertical. O primă măsură ce se recomandă pentru îndepărtarea erorilor este aceea de a folosi încărcături de mărimi cît mai apropiate pe întreaga suprafaţă cercetată.

Legătura dintre mărimea, forma încărcăturii şi timpul vertical a fost puţin analizată.

Plecînd de la concluziile lui C. I. Pokrovski şi E. I. Brod asupra acţiunii exploziei, se pot face cîteva recomandări, în scopul creşterii exactităţii măsurătorilor.

Este cunoscut că viteza de expansiune a gazelor generate de explozie se apropie la început ca valoare de viteza de detonaţie, ca apoi să sufere o descreştere rapidă, devenind mai mică decît viteza undei de şoc.

Trecerea de la unda de şoc la unda elastică este rezultatul absorbţiei masive de energie din vecinătatea punctului de explozie, după care deformaţiile mediului capătă un caracter elastic.

În jurul punctului de explozie se delimitează trei zone distincte (fig. 2) : sfera de dislocaţie totală a mediului ; sfera deformărilor plastice (zona internă) ; sfera deformărilor permanente, de la care se face trecerea progresivă la mediul supus deformărilor elastice.

Raza cavernei care ia naştere prin explozie într-o rocă argiloasă se poate afla cu ajutorul formulei empirice :

$$R_1 \simeq 0{,}45 \sqrt[3]{C} \qquad (4)$$

în care C reprezintă greutatea explozibilului în kg.

C. I. Pokrovski introduce în calcule mărimea R_0, raza sferei echivalente de exploziv :

$$R_0 \simeq 0{,}053 \sqrt[3]{C}\,. \qquad (5)$$

Raza cavernei este proporţională cu R_0 conform relaţiei :

$$R_1 \simeq 8{,}5\ R_0. \qquad (6)$$

În jurul sferei de dislocaţie totală se formează o zonă (zona internă) în care mediul suferă deformaţii plastice structurale, fără a-şi pierde continuitatea.

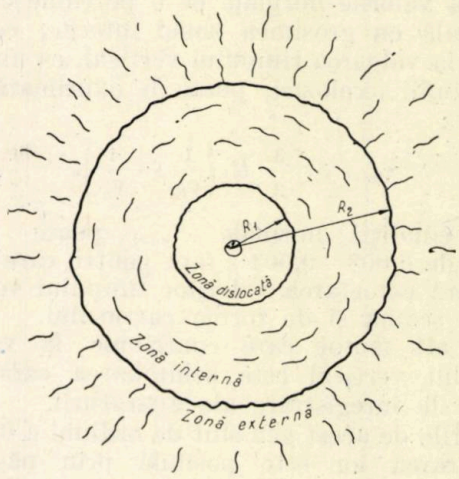


Fig. 2.

Comportarea lui este comparabilă cu aceea a unui lichid compresibil sub acţiunea unei presiuni înalte şi de scurtă durată.

Limita deformărilor plastice se poate exprima prin :

$$R_2 = 20 - 23R_0\,.$$

Zona externă sau de trecere se caracterizează prin prezenţa deformaţiilor de tip longitudinal în care mediul se comportă ca un corp solid plastic compresibil.

În aceste condiţii, raportarea timpului vertical la adîncimea efectivă la care s-a produs explozia constituie o eroare. Ţinînd seamă de forma şi mărimea încărcăturilor uzuale şi avînd în vedere relaţiile empirice de mai sus, raza sferei deformărilor plastice (fig. 3) variază între 2 şi 4 m. Admiţînd pentru unda de şoc, în această zonă, o viteză de 7 000 m/s rezultă că intervalul menţionat este parcurs

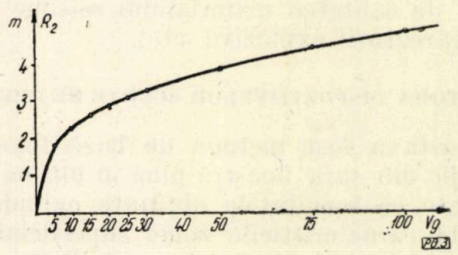


Fig. 3. Variaţia razei zonei interne în funcţie de mărimea încărcăturii.

în aproximativ 0,0004 s, valoarea timpului vertical majorîndu-se cu corecţia :

$$\tau = R_2\left(\frac{1}{V_E} - \frac{1}{V_S}\right) \qquad (7)$$

în care V_E reprezintă viteza undelor elastice şi V_S, viteza undei de şoc.

Admiţînd că viteza în zona externă, asupra căreia nu există date experimentale, descreşte pînă la valorile normale pe o porţiune cel puţin egală cu grosimea zonei interne, corecţia totală la valoarea timpului vertical, ca un efect al acţiunii exploziei, poate fi exprimată prin relaţia :

$$\tau_{total} = \frac{3}{2} R_2 \left(\frac{1}{V_E} - \frac{1}{V_S} \right). \quad (8)$$

În condiţii normale τ_{total} poate atinge valori de 0,003—0,004 s fapt pentru care apare necesară corectarea valorilor timpului vertical, ţinînd seama şi de forma cartuşului.

Un alt factor care contribuie la variaţia timpului vertical este schimbarea caracteristicilor de înregistrare ale aparaturii.

Erorile de acest gen sînt de ordinul a 0,001 s. Înlăturarea lor este posibilă prin păstrarea la valori constante a filtraţiei şi sensibilităţii de lucru a aparaturii pe parcursul măsurătorilor.

Diferenţe mari au fost înregistrate şi în funcţie de anotimp, ca urmare a schimbărilor aduse nivelului hidrostatic. Măsurătorile executate în acelaşi punct şi în aceleaşi condiţii, dar în perioade diferite, au dat diferenţe pînă la 0,010 s, fapt care arată necesitatea efectuării măsurătorilor în perioade de timp apropiate.

În practica lucrărilor de teren se recomandă folosirea shuntului sau a liniei de moment, care asigură corespondenţa dintre momentul real al exploziei şi cel marcat pe seismogramă.

Cu observaţiile de mai sus şi cu condiţia ca talpa sondelor de împuşcare să fie în roca vie, metoda „timpului vertical" duce la obţinerea unei imagini calitative satisfăcătoare asupra zonei superficiale, avînd, aşa cum s-a arătat, avantajul obţinerii datelor necesare sistematic şi fără operaţii suplimentare.

Dezavantajul ei principal constă în variaţia timpului vertical ca urmare a factorilor citaţi, de multe ori inevitabilă pentru motive legate de calitatea materialului seismic (variaţia încărcăturii explozive etc).

II. METODA DISPOZITIVELOR SCURTE DE REFRACŢIE

Aceasta a fost metoda de bază folosită în lucrările din ţara noastră pînă în ultima vreme cu toate că rezultatele obţinute oglindesc incomplet caracteristicile zonei superficiale.

Dispozitivul de înregistrare trebuie să permită obţinerea hodografilor reciproci, lungimea lui fiind dată de relaţia :

$$l > 4 h_z \sqrt{\frac{V_k + \overline{V_2}}{V_k - \overline{V_2}}}. \quad (9)$$

Atît din cauză că această metodă se aplică astăzi pe o scară mai redusă, cît şi pentru faptul că la baza ei stau premisele generale ale interpretării hodografilor de refracţie, se vor face mai jos numai cîteva consideraţii legate de procesul de prelucrare a datelor de măsurători.

Determinarea vitezei de limită V_k se face fie prin metoda hodografului diferenţial, dacă ramurile respective ale hodografului direct şi invers se intersectează, fie prin medierea vitezelor aparente, aferente celor două ramuri.

Determinarea straturilor cu viteze diferite se face ţinînd seama că pe hodograful construit dreapta care indică valoarea vitezei trebuie urmărită pe cel puţin trei puncte, ramurile respective trebuind să fie legate în puncte reciproce.

Determinarea grosimii, în cazul unui singur strat de viteză mică, se face fie cu ajutorul metodei „t_0", fie prin metoda „mediei aritmetice", fie folosind formula :

$$h_z = \frac{V_z t_{0k}}{2 \cos i_z} \quad (10)$$

în care t_{0k} reprezintă timpul la intersecţia dreptei V_k cu axa timpilor, iar :

$$i_z = \text{arc sin} \frac{V_z}{V_k}.$$

În cazul unei zone superficiale multistratificate, se folosesc în general două căi de calcul. În prima variantă se presupune mediul avînd limite orizontale şi se foloseşte relaţia :

$$t_{0k} = 2 \sum_{j=1}^{n-1} \frac{h_j \cos i_j}{V_j} \quad (11)$$

în care unghiul i_j reprezintă înclinarea razei seismice în stratul j.

A doua variantă, considerînd mediul bistratificat şi o viteză medie a zonei superficiale, capătă caracterul unei metode aproximative, găsindu-şi aplicabilitatea numai în cazul structurilor simple.

În general, eficienţa dispozitivelor scurte de refracţie este scăzută, deoarece în interpretarea materialului se folosesc numai hodografii primelor sosiri, informaţiile limitîndu-se asupra vitezelor de limită, cu un coeficient de eroare apreciabil. Eventualele intercalaţii de straturi cu viteze mici nu pot fi sesizate, după cum este şi normal.

Limitarea pe care o aduce în plus prezenţa unui relief accidentat face ca această metodă să nu mai fie recomandabilă în practică, decît la ideea unei informări preliminare în zone nou atacate şi bineînţeles ţinîndu-se seama de observaţiile menţionate.

III. METODA „PRIMELOR SOSIRI" OBŢINUTE DIN DISPOZITIVELE DE REFLEXIE

Pe seismogramele obţinute prin aplicarea metodei de corelare a undelor reflectate pe profile continue, primele înregistrări reprezin-

tă informații utile asupra evoluției zonei superficiale.

În funcție de poziția punctului de explozie față de limita inferioară a zonei superficiale, se diferențiază trei moduri de calcul pentru determinarea parametrilor căutați.

1. În cazul în care punctul de explozie este situat deasupra limitei inferioare a zonei superficiale, hodograful primelor sosiri dă imediat $t_{0k} > t_V$.

Dacă distanța de la punctul exploziei la limita zonei superficiale (Δh) este mare, pe hodograf (fig. 4, a) ramura ce determină viteza rocii vii (V_k) apare la distanțe mai mari de punctul de împușcare, remarcîndu-se și ramura hodografului undei directe (V_i).

Pentru un mediu bistratificat, ecuația hodografului undelor refractate este :

$$V_z t_z = 2\,\Delta h \cos i + x \sin(i - \varphi) + \\ + (H + \Delta E)\cos(i - \varphi), \qquad (12)$$

în care :

x este abscisa geofonului ;

$i = \text{arc sin}\,\frac{V_z}{V_k}$;

$\Delta h = h_0 - H\cos\varphi$;

H — adîncimea punctului de explozie ;

h_0 — adîncimea limitei pe direcție normală în dreptul punctului de explozie ;

ΔE — diferența de elevație între geofon și pichetul de împușcare.

Plecînd de la ecuația de mai sus se pot trage concluzii legate de interpretarea hodografilor primelor sosiri.

Trasînd o dreaptă medie a hodografului sau luînd în (12) o valoare medie a lui ΔE, se obține o viteză aparentă $V_z/\sin(i - \varphi)$.

În cazul unui strat înclinat ($\varphi \neq 0$), timpul t_{0k} al ramurii din amontele dispozitivului este mai mare decît timpul ramurii din aval.

În cazul unei limite plane, înclinarea ei poate fi calculată prin relația :

$$\sin\varphi = \frac{2V_k\,\Delta t_{0k}}{2(H + \Delta E)}. \qquad (13)$$

Prin intermediul lui t_{0k} din hodograf, se poate afla adîncimea zonei superficiale sub punctul de împușcare, conform relației :

$$\Delta h = \frac{V_z t_{0k}}{2\cos i} - \frac{H + \Delta E}{2}. \qquad (14)$$

Pentru a se putea determina din aproape în aproape grosimea zonei superficiale, se poate folosi variația timpului între două puncte de observație (fig. 4, a).

Diferența de timp a primelor sosiri la doi geofoni separați prin distanța Δx satisface relația :

$$\Delta t_x = \frac{\Delta x}{V_k} + \delta E \sqrt{\frac{1}{V_z^2} - \frac{1}{V_k^2}}, \qquad (15)$$

în care δE este diferența de cotă dintre cele două puncte de observație.

Coeficientul lui δE variază cu unghiul de ieșire al razei :

$$\sqrt{\frac{1}{V_z^2} - \frac{1}{V_k^2}} = \frac{1}{V_z}\cos i. \qquad (16)$$

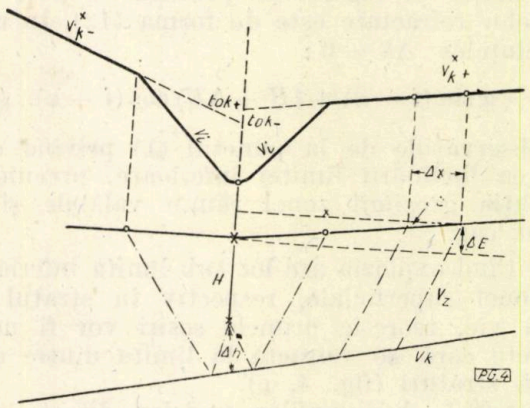


Fig. 4, a.

Ținînd seama că incidența razei la ieșire este neglijabilă, relația (15) poate fi scrisă sub forma :

$$\Delta t_x \simeq \frac{\Delta E}{V_k} + \frac{\delta E}{V_z}. \qquad (17)$$

Dacă această relație nu este satisfăcută sau cînd :

$$\Delta t_x - \frac{\Delta z}{V_k} - \frac{\delta E}{V_z} = \Delta\tau \neq 0 \qquad (18)$$

variația grosimii zonei poate fi exprimată astfel :

$$\delta h_z = V_z \Delta\tau. \qquad (19)$$

Controlînd această valoare prin construcția hodografului reciproc, ea poate fi trecută pe secțiunea verticală, și trasarea limitei zonei se face astfel din aproape în aproape.

2. În cazul cînd explozia are loc la limita dintre zona superficială și roca vie, pe hodo-

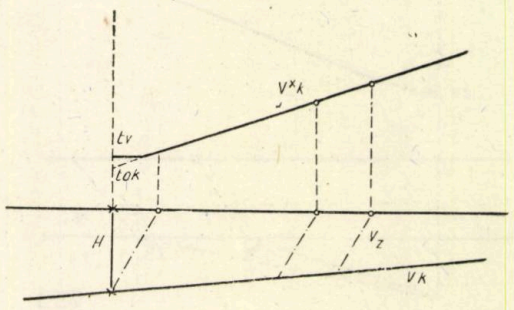


Fig. 4, b.

graful primelor ruperi ale undelor refractate (fig. 4, b) se constată că $t_{0k} \simeq t_V$, atunci cînd raportul vitezelor $\frac{V_z}{V_k} \leqslant 0{,}4$.

În cazul cînd raportul vitezelor este mai mare decît această valoare, legătura dintre cele două valori de timp este de forma $t_{0k} < t_V$, astfel încît se satisface relația:

$$t_{0k} = t_k \cos i. \qquad (20)$$

Ecuația hodografului primelor ruperi ale undelor refractate este de forma (12), în care bineînțeles $\Delta h = 0$:

$$V_z t = x \sin(i - \varphi) + (H + \Delta E) \cos(i - \varphi). \qquad (21)$$

Observațiile de la punctul (1) privind stabilirea înclinării limitei inferioare, precum și variația grosimii zonei rămîn valabile și în acest caz.

3. Cînd explozia are loc sub limita inferioară a zonei superficiale, respectiv în stratul de rocă vie, teoretic primele sosiri vor fi unde directe care se refractă la limita dintre cele două straturi (fig. 4, c).

Ecuațiile hodografilor undelor directe sînt relativ complicate și nu sînt folosite în interpretare.

În cazul mai simplu al mediului bistratificat orizontal, ecuația hodografului este următoarea:

$$t = \frac{nx}{V_k \sin i_1} + \frac{H}{V_z \cos i_1}(1 - n^2), \qquad (22)$$

în care i_1 reprezintă unghiul sub care se propagă raza în stratul superficial, iar n, indicele de refracție:

$$n = \frac{V_z}{V_k}.$$

Hodografului undelor directe nu este liniar, unghiul de ieșire al razei fiind în funcție de distanța punctului curent față de locul exploziei (fig. 4, c).

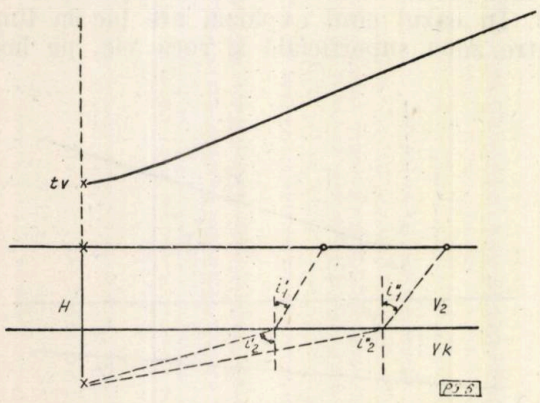


Fig. 4, c.

Valoarea-limită a unghiului i_1 este $i_{12} = \text{arc sin} \frac{V_z}{V_k}$ cînd $x = \infty$. Practic i_1 tinde spre această limită pentru valori medii ale lui x.

Dacă adîncimea exploziei depășește apreciabil limita inferioară a zonei superficiale, hodograful undelor directe este interpretabil în partea lui finală.

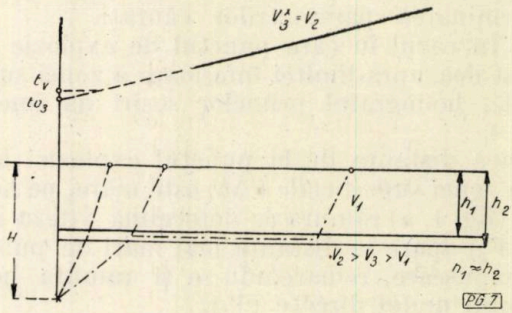


Fig. 4, d.

Considerațiile de mai sus sînt aplicabile și unor medii multistratificate, cînd se cunoaște viteza medie V_z și cînd în cuprinsul ei nu există intercalații de mare viteză.

Dacă mediul traversat de sonda de împușcare cuprinde un strat subțire de mare viteză, este posibil ca drumul undei să fie asemănător cu cel indicat în figura 4, d.

Ecuația hodografului în acest caz particular este de forma:

$$t = \frac{x}{V_z} + \frac{H - h_i}{V_3} \cos i_{32} + \frac{h_i}{V_1} \cos i_{12}. \qquad (23)$$

În astfel de situații interpretarea primelor sosiri poate duce la erori mari în aprecierea grosimii zonei. Prezența unui strat superficial de mare viteză căruia i se atribuie primele sosiri limitează posibilitățile de studiu al zonei prin hodografii de refracție.

IV. METODA MICROSEISMOCAROTAJULUI (M.S.C.)

Aplicat în țara noastră mai ales în ultima vreme, seismocarotajul sondelor de împușcare constituie o metodă mai precisă de studiu al zonei superficiale. Ea permite determinarea mai exactă a grosimii zonei de viteze mici, precum și a vitezei medii care o caracterizează.

Microseismocarotajul ne indică variațiile litologice din cadrul zonei superficiale și precizează parametrii necesari stabilirii corecțiilor statice.

Pentru realizarea unei astfel de măsurători în mod practic, se folosește o garnitură de geofoni, care introdusă în sondă va înregistra impulsurile produse la suprafață prin bătăi sau explozii (microseismocarotajul direct); carotajul seismic invers se face prin înregistrarea pe dispozitivul obișnuit de reflexie a undelor produse prin explozii la diferite niveluri în sondă.

Microseismocarotajul este o operație care solicită o foarte bună funcționare a aparaturii și o deosebită atenție în execuție, deoarece timpii măsurați sînt foarte mici și erorile cresc în consecință.

Cele mai obișnuite erori provin din înscrierea nereală a momentului exploziei și din măsurarea inexactă a adîncimilor.

Pentru aceste motive, la efectuarea carotajului direct, pe lîngă cel de-al doilea magistral (sau shunt) se vor folosi în mod obligatoriu geofoni de control la gura sondei și la o distanță de 30—40 m, iar în cazul carotajului invers, pentru asigurarea adîncimii de explozie, se va marca magistralul de împușcare din metru în metru, ținîndu-se seamă și de lungimea legăturilor de cartuș. Pentru a se evita pericolul de „plutire" a cartușului sau de deplasare a lui în momentul extragerii garniturii de prăjini, se recomandă introducerea cartușului la o adîncime mai mare decît aceea la care urmează să se facă măsurătoarea, iar după extragerea prăjinilor se ridică cartușul la adîncimea dorită cu ajutorul magistralului marcat. Folosirea shuntului sau a liniei de moment este indispensabilă.

În afară de aceste măsuri este necesar să se precizeze că la interpretarea datelor de microseismocarotaj trebuie să se țină seamă, în general, de întreaga gamă de factori perturbatori, indicată la punctul *I*.

Pentru ca citirea cu precizie pe seismogramă să atingă 5×10^{-4}s, este necesar ca înregistrările să se efectueze cu un timer mărit (distanța dintre liniile de timer să fie de circa 0,5 cm), iar filtrul folosit să asigure „ruperi" cît mai clare folosindu-se pentru măsurare compasul reductor.

La construirea hodografilor se recomandă folosirea scărilor 1 : 1 000 pentru adîncimi, și 1 cm = 0,005 — 0,010 s pentru timpi.

În general se recomandă ca lucrările de microseismocarotaj să se efectueze în sonde special forate, de adîncimi mai mari decît cele optime pentru explozii, distanța dintre ele urmînd să se stabilească în funcție de condițiile morfologice ; prin această măsură se mărește siguranța determinării limitei zonei superficiale și a nivelului optim de referință.

În funcție de structura zonei superficiale, presupusă sau determinată informativ prin metoda dispozitivelor scurte de refracție, se alege distanța dintre intervalele de măsură, respectiv dintre geofonii garniturii de sondă sau dintre punctele de explozie, în limitele 2—5 m.

În continuare se va insista asupra modului de interpretare a datelor de microseismocarotaj invers, dat fiind că pentru cel direct interpretarea nu diferă de cea cunoscută de la metoda carotajului seismic al sondelor de adîncime.

Interpretarea datelor carotajului direct se bazează în mod special pe studiul hodografului vertical, cu ajutorul căruia se stabilesc grosimile și vitezele medii ale straturilor ce alcătuiesc zona superficială.

Pentru evitarea erorilor mari se verifică cu ajutorul geofonului de control identitatea condițiilor de explozie pentru fiecare înregistrare, iar prin suprapunerea a cel puțin doi geofoni la două poziții succesive ale garniturii din sondă se verifică identitatea condițiilor de înregistrare.

În lipsa unei garnituri de geofoni, lucrările de microseismocarotaj direct cu un singur geofon au o eficiență mai redusă, datorită lipsei de identitate a condițiilor de generare. În acest caz se apelează frecvent la microseismocarotajul invers, metodă care, deși are o productivitate mai mică, permite obținerea unor date mai complete asupra structurii mediului traversat de sonda de împușcare.

Așa cum s-a arătat, înregistrarea impulsurilor la microseismocarotajul invers se face cu ajutorul dispozitivului obișnuit de geofoni întins pe profil. Astfel există posibilitatea construirii hodografului vertical pentru fiecare dintre ei obținînd un „profil de hodografi".

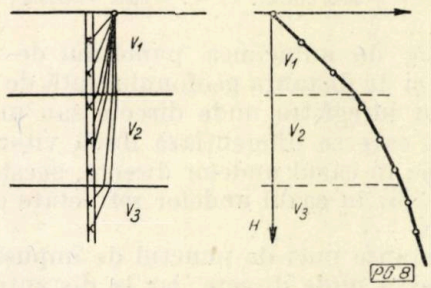


Fig. 5.

La fel se poate construi, pentru fiecare explozie în parte, hodograful orizontal obișnuit.

Obținerea unor rezultate similare necesită, la operația directă, împușcarea succesivă la diferite distanțe de sondă.

Modul de interpretare a hodografilor orizontali a fost arătat la punctul *III*.

Interpretarea complexă constă în analiza comparativă a hodografilor verticali și orizontali, care pot avea una sau mai multe ramuri, în funcție de complexitatea zonei.

Prelucrarea datelor microseismocarotajului invers se face în două etape.

În prima etapă se studiază hodograful vertical al geofonului de lîngă sondă ($x = 0$).

Timpii observați și corectați cînd este necesar, după formula (3) (cînd $d > 5$ m), se trec pe secțiunea de nivelment a hodografilor de reflexie la punctul respectiv. Valorile timpului vertical se înscriu pe orizontală la scara aleasă, în dreptul adîncimii punctului de explozie.

Pe hodograful $x = 0$, separația straturilor cu viteze diferite se face prin trasarea dreptelor medii prin punctele hodografului, la fel ca la microseismocarotajul direct și la seismocarotajul de adîncime, calculîndu-se viteza pentru fiecare strat în parte. Grosimea straturilor

rezultă din intervalele corespunzătoare diferitelor segmente de drepte obținute (fig. 5). Aceste rezultate, luîndu-se în considerare influențele menționate la punctul *I*, urmează a fi verificate în a doua etapă de prelucrare, referitoare la hodografii verticali înregistrați la geofonii pentru care $x \neq 0$.

Construirea hodografilor verticali $x \neq 0$ se face pe hîrtie milimetrică la scara aleasă, plasînd geofonii la cota și distanța respectivă de punctul de împușcare și luîndu-se ca origine geofonul considerat. Se obține astfel profilul de hodografi (fig. 6).

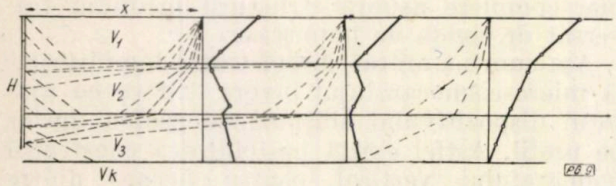


Fig. 6. Drumul undelor și hodografii verticali pentru geofoni $x \neq 0$.
– – – undă directă; – . – . – undă refractată.

Funcție de adîncimea punctului de împușcare H și de distanța geofonului față de sondă, x, se vor înregistra unde directe sau unde refractate, care se diferențiază după vitezele lor aparente; în cazul undelor directe, acestea sînt pozitive, iar în cazul undelor refractate ele sînt negative.

La distanțe mici de punctul de împușcare se vor observa unde directe, iar la distanțe mari, unde refractate. La distanțe „intermediare" undele directe și refractate se succed în primele sosiri, dînd hodografului o formă mai complicată (fig. 6).

În același timp, pentru adîncimi mari ale locului exploziei se vor înregistra mai ales unde directe, iar pentru adîncimi mici, unde refractate.

Maximele hodografului vertical indică trecerea de la undele directe la cele refractate, iar minimele, trecerea inversă.

Minimele hodografilor verticali se corelează la adîncimi constante, corespunzînd limitelor de refracție; la distanțe x mari, ele se transformă în puncte de frîngere, pierzînd caracterul de minime.

Maximele dispar la distanțe mari de punctul de împușcare, prin înlocuirea în primele sosiri a undelor directe cu cele refractate.

Ecuația hodografului vertical al undelor refractate, în cazul mediul bistratificat, se poate exprima prin relația:

$$t_{(H)} = \frac{2h_1}{V_1} + \frac{x}{V_1} \sin(i_{12} \mp \varphi) - \frac{H}{V_1} \cos(i_{12} \pm \varphi). \tag{24}$$

Viteza aparentă are expresia:

$$V^* = \frac{-V_1}{\cos(i_{12} \pm \varphi)}. \tag{25}$$

În cazul mediului cu trei straturi orizontale, atunci cînd explozia are loc în interiorul primului strat, ecuația undelor refractate este de forma:

$$t_{(H_I)} = \frac{2h_1}{V_1} \cos i_{13} + \frac{2h_2}{V_2} \cos i_{23} + \frac{x}{V_3} - \frac{H}{V_1} \cos i_{13}. \tag{26}$$

În cazul cînd explozia are loc în interiorul celui de-al doilea strat, ecuația undelor refractate ia forma:

$$t_{(H_{II})} = h_1 \frac{\cos i_{23}}{V_2} + \frac{\cos i_{13}}{V_1} + 2\frac{h_2}{V_2} \cos i_{23} + \frac{x}{V_3} - \frac{H}{V_2} \cos i_{23}. \tag{27}$$

Viteza aparentă are expresii diferite în funcție de stratul unde are loc explozia:

$$V_I^* = \frac{-V_1}{\cos i_{13}} \quad (28); \qquad V_{II}^* = \frac{-V_2}{\cos i_{23}}. \tag{29}$$

În cazul creșterii vitezei cu adîncimea, $\cos i_{13} > \cos i_{23}$ și $|V_I^*| < |V_{II}^*|$. În această situație schimbarea de pantă a hodografului vertical al undelor refractate trebuie să coincidă cu trecerea punctului de împușcare dintr-un strat în altul.

Ecuația hodografului vertical al undelor directe este de forma:

$$t = \frac{H - \sum_{i=1}^{n-1} h_i}{V_n \sqrt{1 - p^2 V_n^2}} + \sum_{i=1}^{n-1} \frac{h_i}{V_1 \sqrt{1 - p^2 V_i^2}}, \tag{30}$$

în care parametrul razei p este dat de relația:

$$p = \frac{\sin i_1}{V_1} = \frac{\sin i_2}{V_2} = \ldots = \frac{\sin i_n}{V_n} = \text{const.} \tag{31}$$

Prin variația adîncimii punctului de explozie în limitele aceluiași strat, p variază, și pentru acest motiv hodograful vertical al undelor directe nu permite determinarea vitezelor aparente decît la geofonii apropiați de sondă; spre deosebire de viteza aparentă a undelor refractate, cea a undelor directe este pozitivă.

Din cele arătate rezultă următoarele posibilități de interpretare a hodografilor verticali:

— Vitezele de strat ale formațiunilor care alcătuiesc zona superficială se determină după datele hodografului vertical $x = 0$. Datorită influențelor amintite la punctul *I*, care pot altera timpul înregistrat la geofonul de gaură, aceste valori se controlează pe hodograful vertical al undelor refractate, înregistrate la geofonii îndepărtați, cunoscînd că viteza lor aparentă se exprimă în general printr-o relație de forma:

$$V_n^* = \frac{V_n}{\cos i_{nk}}. \tag{32}$$

În cazul cînd raportul $\frac{V_n}{V_k} < 0{,}3$, valoarea $\cos i_{nk}$ poate fi neglijată.

Viteza de strat sub orizontul principal de refracție se poate stabili numai pentru hodograful $x = 0$.

Vitezele de limită se stabilesc cu ajutorul hodografilor orizontali, valorile cele mai precise obținîndu-se la hodograful al cărui parametru H corespunde adîncimii limitei de refracție.

— Adîncimea fiecărei limite refractatoare se stabilește fie pe baza schimbărilor de sens sau de pantă ale hodografilor verticali de refracție, fie pe hodograful undelor directe, la geofonul de sondă.

Rezultatele obținute se referă la zona punctului de împușcare. Determinarea parametrilor

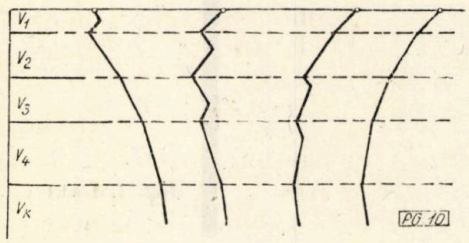


Fig. 7, a. Vitezele de strat au valori apropiate care cresc în adîncime.

Z.V.M. în intervalele dintre punctele de împușcare este posibilă cu ajutorul familiei hodografilor orizontali, pe baza diferențelor de timp înregistrate la geofonii apropiați.

Principiile de interpretare au fost analizate la punctul *III*.

Luînd drept criteriu forma hodografilor obținuți, se disting trei tipuri principale de secțiuni de viteză ale zonei superficiale :

1. Vitezele de strat au valori relativ apropiate, viteza crescînd cu adîncimea.

Pe hodografii verticali nu apar minime decît în zona intermediară. La distanțe mari față de punctul de împușcare apar numai viteze aparente negative, ale căror valori absolute cresc treptat cu adîncimea (fig. 7, a).

2. În depozitele cu viteză mică, este intercalat un strat subțire cu viteză mare. În acest caz, hodografii verticali prezintă un minim bine diferențiat, înregistrîndu-se în ambele sensuri ale acestuia unde refractate, cele inferioare prezentînd acum o viteză aparentă pozitivă.

Limita Z.V.M. — roca vie se evidențiază printr-un al doilea minim sub minimul principal.

Deseori, intercalația cu viteză mare nu apare pe hodograful vertical $x = 0$.

3. Vitezele în depozitele de sub limita principală de refracție (limita rocii vii) cresc cu adîncimea.

În cazul exploziilor efectuate sub această limită, la geofonii îndepărtați se înregistrează „sosiri" aproape simultane (fig. 7, c).

Adîncimea limitei se stabilește în acest caz la punctul de la care nu se mai observă viteze aparente negative.

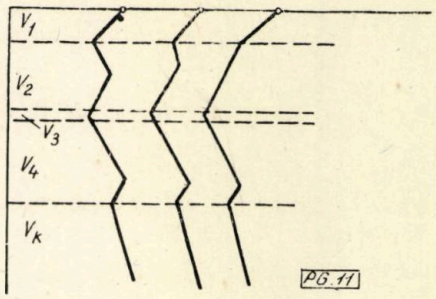


Fig. 7, b. Cazul unei intercalații cu viteză mare $V_1 < V_2 < V_3 > V_4$.

*

După cum se arată la începutul acestui articol, în stadiul actual de dezvoltare a metodelor seismometrice, limitarea în obținerea unor rezultate de valoare aparține mai puțin tehnicii de lucru și este într-o măsură mai mare legată de posibilitățile de interpretare a datelor de observație.

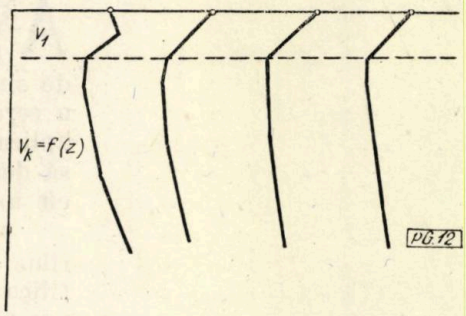


Fig. 7, c. Viteza în rocă vie crește cu adîncimea.

Studiul sistematic al zonei superficiale este una dintre condițiile necesare reușitei unor lucrări de seismometrie și în același timp unul dintre domeniile de activitate, în care simțul de orientare și exigența geofizicianului prospector au un rol important.

BIBLIOGRAFIE

[1] Puziriov, N. N. *Interpretatiia danih seismorazvedki metodam otrajenih voln.* Gostoptehizdat, 1959.

[2] Hewitt Dix. *Seismic prospecting for oil.* Harper 1952.

[3] Milton B. Dobrin. *Introduction to geophysical prospecting.* Mc Graw-Hill. 1952.

[4] Brod, E. Iu. *Cercetarea acțiunii de dislocare a exploziei în pămînturi coezive. Actiunea exploziei în pămînt.* Culegere de articole, I.D.T., București, 1957.

[5] Pokrovski, G. S. *Calculul încărcăturilor de explozivi pentru aruncare. Acțiunea exploziei în pămînt.* Culegere de articole, I.D.T., București, 1957.

[6] Demidenko, In. B. *Seismocarotaj vzrivnih skvajin.* Razvedocinaia i promîslovaia gheofizika, nr. 30, 1957.

[7] Green, R. *The hidden layer problem.* Geophysical prospecting X, 2, 1962.

C.Z. 622.243 :665.51

Aspecte ale dezvoltării tehnicii forajului

Ing. I. LARI

Aşa după cum progresul tehnic realizat în domeniul construcţiilor de maşini şi utilaje destinate ramurilor industriilor extractive au transformat „arta forajului" într-o tehnică de sine stătătoare, tot astfel aplicarea din ce în ce mai mare a cercetărilor ştiinţifice şi a ştiinţei în toate ramurile tehnicii aplicative va transforma tehnica forajului într-o ştiinţă care să dea posibilitate omenirii să cunoască cît mai complet şi în cît mai mare profunzime planeta noastră.

Noţiunea de „foraj" este echivalentă cu totalitatea lucrărilor de la suprafaţa solului şi din adîncime destinate a identifica şi a deschide prin sonde zăcăminte de substanţe şi minereuri utile. Caracterul echipamentului de „fund"* este elementul principal care determină natura energetică, construcţia şi puterea agregatelor destinate acţionării instalaţiilor de suprafaţă. În acest sens, actualele procedee de dislocare a rocilor fiind bazate pe efectele de dislocare a rocilor prin intermediul proceselor mecanice, este evident că echipamentele de fund, natura energetică, construcţia, puterea agregatelor destinate acţionării instalaţiilor de suprafaţă şi a echipamentului de fund sînt condiţionate şi subordonate efectuării proceselor optime de dislocare a rocilor prin procese mecanice.

Tipul, natura şi modul în care se pot realiza procesele de dislocare a rocilor fiind problemele de bază ale tehnicii forajului, scopul cercetărilor ştiinţifice de perspectivă este de a stabili metode şi procedee de foraj, prin intermediul cărora să se asigure o dislocare eficientă a rocilor destinate a fi străbătute, cu un minimum posibil de energie instalată şi cu o viteză maximă de pătrundere în scoarţa terestră.

În stadiul actual, problema exploatării şi explorării zăcămintelor de ţiţei şi gaze situate la adîncimi de 6 000—15 000 m este problema de bază a tehnicii forajului de perspectivă. Pentru realizarea acestui deziderat, cercetării ştiinţifice îi revine sarcina de a căuta mijloacele practice de a introduce în tehnica aplicativă a forajului toate cuceririle ştiinţifice posibil a fi aplicate.

* În prezent, în tehnica forajului, lucrările de adîncime sînt denumite „lucrări de fund".

În acest sens, deceniile viitoare fiind posibil a fi numite deceniile de aplicare tehnică a celor doi mari A, — atomul și automatizarea —, tehnica forajului va fi transformată într-o știință de sine stătătoare, prin intermediul căreia se vor stabili care sînt mijloacele optime de dislocare a rocilor în scopul cunoașterii și exploatării* imenselor rezerve de energie situate în adîncurile planetei noastre.

I. ASPECTE GENERALE LIMITATIVE ALE ACTUALELOR METODE DE FORAJ

Problema explorării și exploatării zăcămintelor de țiței și gaze situate eventual și la profunzimi de 6 000—15 000 m, fiind problema de bază a tehnicii forajului de perspectivă, considerăm că fără o schimbare radicală a actualelor procedee de dislocare a rocilor bazate pe procese de distrugere a rocilor prin procedee mecanice nu va putea fi rezolvată, întrucît nu se pot atinge aceste adîncimi decît cu instalații posedînd puteri instalate de ordinul a 4 000—10 000 CP, necesitînd totodată enorme consumuri de materiale. Deci, utilizînd actualele procedee de dislocare a rocilor, forajul la mare adîncime nu va fi un foraj eficient nici din punct de vedere tehnic, nici din punct de vedere economic.

Deși folosirea diferitelor turbine de fund cuplate a luat un mare avînt, iar în exploatare au fost introduse turbinele de fund cu aproximativ 500 de trepte, procesul de dislocare a rocilor bazat pe interacțiunea sapă-rocă rămîne totuși un proces în care un rol hotărîtor, alături de turbine, îl are sapa. Faptul că multiplele și variatele formațiuni geologice necesar a fi străbătute implică sape variate și multiple și că se obțin cu greu tipurile noi de sape adaptabile la diferitele condiții geologice fac ca forajul cu turbina la adîncimi de 6 000—15 000 m să nu pară realizabil. Aceasta și din cauză că în domeniul construcțiilor turbinelor de fund s-a făcut foarte mult și că nu putem întrevedea, din această cauză, un mare salt calitativ și structural de o așa natură, încît să îndreptățească ideea utilizării turbinelor la marile profunzimi de 6 000 pînă la 15 000 m. Ca o consecință a faptului că pentru asigurarea unui proces eficient de foraj este necesară antrenarea turbinei cu o anumită cantitate de fluid de foraj, atît puterea necesar a fi instalată pentru acționarea pompelor, precum și presiunile de refulare ajung la valori care nu permit — în cadrul actual al dezvoltării construcțiilor de mașini — o funcționare sigură și eficientă a pompelor.

Introducerea și extinderea în tehnica forajului a agregatelor electrice de fund, denumite electrobure, cu scopul de a utiliza aproape integral puterea electromotoarelor destinate acționării sapei par să evolueze astfel încît să fie utilizate pînă la foarte mari adîncimi. Ca o consecință a faptului că pentru asigurarea unui proces eficient de foraj este necesar să se obțină sape cu ajutorul cărora să se efectueze cel puțin 500 m, și adîncimea de utilizare a electroburului pare să fie limitată în jurul a aproximativ 4 000—5 000 m. Posibilitățile de dezvoltare a construcțiilor de electrobure monofazate vor mări substanțial eficacitatea forajului cu electrobur, foraj care chiar în stadiul actual de dezvoltare și extindere are o eficacitate tehnico-economică mai ridicată decît forajul cu turbina [1—2].

II. POSIBILITATEA UTILIZĂRII EJECȚIILOR DE PLASMĂ ÎN TEHNICA FORAJULUI DE PERSPECTIVĂ

Starea de agitație a grupurilor atomice care constituie structura materiei este caracterizată prin temperatură. Dacă se mărește temperatura unui corp, agitația crește, iar la temperaturi foarte înalte — așa cum sînt cele caracteristice proceselor de descărcare electrică — au loc între atomi frecvente și energice ciocniri, datorită cărora parte din electronii atomilor ce se ciocnesc se eliberează de sub jugul atomului căruia i-a aparținut, gazul ionizîndu-se. În acest stadiu, gazul este format din atomi neutri, ioni și electroni liberi. Dacă temperatura — deci starea de agitație termică — crește și mai mult, procesele de ciocnire devin extrem de violente și frecvente, electronii eliberîndu-se complet de sub influența nucleelor. În acest stadiu, în care nucleele atomice sînt total dezgolite de electroni, gazul este format numai din electroni liberi și nuclee.

Acest gaz fierbinte, constînd numai din electroni liberi și nuclee, denumit plasmă, poate fi utilizat pentru topirea și „evaporarea" rocilor, în scopul străbaterii prin ejecție de plasmă a formațiunilor geologice necesar a fi forate pentru deschiderea prin sonde a orizonturilor productive [3].

În tehnica aplicativă de laborator, gazul din plasma arcului electric, care formează generatorul de plasmă destinat experimentărilor de topire și evaporare a carotelor mecanice de roci, este ejectat cu o temperatură cuprinsă între 7 000 și 18 000°K [3]. Este de remarcat faptul că plasma arcului electric în care temperatura gazului atinge mii de grade poate fi supraîncălzită pînă la zece mii de grade introducînd în generatorul de plasmă gaze sub presiune. Ejecția plasmei fierbinți cu viteză de 5 000—6 000 m/s [3] pe talpa sondei produce topirea și vaporizarea elementelor mineralogice care constituie roca. Din experimentele de laborator, rezultă că în zona de acțiune a jetului de plasmă asupra rocii se pot distinge două domenii: un domeniu de topire și evaporare integrală a componenților mineralogici care constituie roca și un

* Alături de alte uriașe rezerve.

domeniu de tensiuni termice intensive, datorită cărora se produc despicarea şi sfărîmarea rocilor în particule cu forme şi mărimi în funcţie de natura componenţilor mineralogici şi de valoarea tensiunilor termice create.

Componenţii mineralogici din domeniul de topire şi evaporare integrală se condensează în masa jeturilor de gaze şi de vapori care se formează din fluidul de circulaţie destinat antrenării la suprafaţă a detritusului şi sînt aduşi în zona curentului de lichid care circulă deasupra generatorului de plasmă. Sfărîmăturile de rocă, provenite din domeniul cu tensiuni termice intensive se despică şi se sfărîmă sub influenţa variaţiilor de tensiune produse de jetul de gaze şi vapori, fiind antrenate în fluidul de circulaţie existent deasupra generatorului şi apoi aduse la suprafaţă. Trebuie să se reliefeze că par a fi indicate două căi de circulaţie : o circulaţie intensivă deasupra generatorului de plasmă, destinată a antrena la suprafaţă detritusul antrenat în acest curent de către jetul de gaze şi vapori; ea constituie circulaţia propriu-zisă la talpă. În masa acestui jet se condensează componenţii mineralogici proveniţi din topirea şi evaporarea rocii sub acţiunea plasmei fierbinţi ejectate din generatorul cu arc al plasmei. Din cantitatea totală de fluid de foraj circulat la puţ, numai o mică parte este destinată circulaţiei la talpă. Peste aproximativ 75% din fluid circulă prin sistemul de deasupra generatorului de plasmă. Acest sistem de „dublă circulaţie" este necesar pentru ca majoritatea energiei plasmei fierbinţi să fie utilizată pentru topirea şi evaporarea rocilor, şi nu pentru a transforma în gaze şi vapori o mare cantitate de fluid de foraj destinat răcirii generatorului de plasmă. În acest sens, volumul de fluid strict necesar circulaţiei la talpă se determină prin condiţia ca în volumul circulat să se asigure o eficientă condensare şi antrenare a componenţilor mineralogici topiţi şi evaporaţi de către plasma ejectată.

Pentru a se estima cantitatea de căldură necesară procesului de topire şi evaporare a componenţilor mineralogici care constituie roca considerăm ca satisfăcătoare valoarea ce rezultă [3] din relaţia :

$$Q_1 = mc\Delta t + q_1 + q_2,$$

în care m este masa componenţilor mineralogici*, c căldura specifică corespunzătoare intervalului dintre temperatura iniţială şi temperatura de topire, care pentru oxizii de siliciu este de aproximativ 2 700°C. În general se consideră că $c = 0{,}3$ cal/gr°C, iar q_1 şi q_2 corespunzători căldurii de topire şi căldurii de vaporizare au respectiv valorile aproximative de 3 cal/ gr şi 1 300 cal/gr. Cu aceste valori, cantitatea de căldură necesară topirii şi vaporizării unui gram de oxid de siliciu este de aproximativ 2 100 kcal/gr.

Cantitatea de căldură necesară topirii şi vaporizării unui strat de rocă de pe talpa sondei cu grosimea de un centimetru este redată de relaţia :

$$Q = Q_1 \rho \frac{\pi d^2}{4} = 2\,100.3.15^2.0{,}785 \simeq 1{,}12.10^6 \text{ kcal},$$

în care s-a considerat [3] că diametrul sondei este de 150 mm.

În conformitate cu acest exemplu [3], rezultă că pentru ejectarea cantităţii de plasmă necesară obţinerii pe talpa sondei a $1{,}12.10^6$ kcal — ceea ce revine la $4{,}68.10^6$ jouli — , se impune ca generatorului de plasmă să i se asigure, pentru a realiza o viteză mecanică de avansare de 10 m/h, o putere instalată :

$$P \simeq 1\,730 \text{ CP}$$

În figura 1 este redată după A. P. Ostrovski [1] schema unui plasmotron cu arc, prin intermediul căruia se pot obţine jeturi de plasmă a căror temperatură este cuprinsă între 7 000 şi

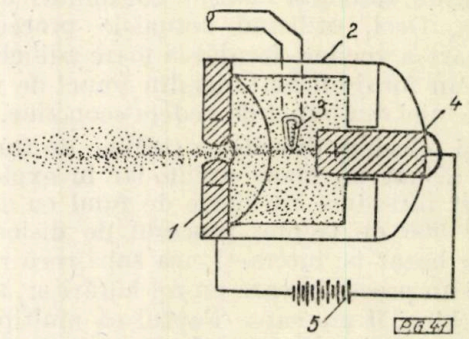


Fig. 1. Schema unui generator de plasmă (Ostrovski).

18 000°K. Presiunea de lucru la aceste plasmotroane este de aproximativ o atmosferă. În general, orificiul de ejecţie a plasmei poate fi variat cu ajutorul unei diafragme de stabilizare. Electrozii sînt constituiţi din cărbune, diafragma de ejecţie avînd un diametru de aproximativ 3 mm. Lungimea arcului este de aproximativ 175 mm, iar diametrul său de aproximativ 20 mm.

Întrucît în procesul de ejecţie a plasmei fierbinţi pe talpa sondei nu se formează cantitatea de gaze necesară antrenării produselor de topire şi evaporare a componenţilor mineralogici, este necesară [1] o mare cantitate de lichid de circulaţie, care prin transformare în gaze şi vapori să asigure o evacuare eficientă.

III. ASUPRA POSIBILITĂŢII UTILIZĂRII ÎN PROCESUL DE DISLOCARE A ROCILOR A CURENŢILOR DE ÎNALTĂ FRECVENŢĂ

Datorită neuniformităţii componenţilor mineralogici care constituie rocile, prin intermediul cîmpurilor electromagnetice de înaltă frecvenţă

* Se ia în considerare masa oxizilor de siliciu.

se produc încălziri diferențiate, care induc în rocă tensiuni termice urmate de macro și microfisuri. Variabilitatea proprietăților de magnetizare, de permitivitate și de dilatare liniară constituie elementele de bază care induc în rocă, sub acțiunea unui cîmp electromagnetic de înaltă frecvență, tensiunile termice de dislocare. Este necesar a reliefa că în cazul încălzirii rocilor prin intermediul cîmpurilor electromagnetice de înaltă frecvență sînt posibile [3] topirea și vaporizarea componenților mineralogici care constituie roca. Energia necesar a fi dirijată în rocă sub formă de cîmp electromagnetic, în acest caz însă, este mult mai mare decît energia necesară producerii tensiunilor termice de dislocare.

Frecvența înaltă corespunzătoare cîmpului electromagnetic necesar a fi aplicat rocilor, pentru a iniția procesele de dislocare, nu este constantă, ci depinde de natura și proprietățile electrice și mecanice ale rocilor supuse procesului de dislocare astfel : pentru roci cu pronunțate proprietăți magnetice este indicată [1] aplicarea metodelor de încălzire inductivă, încălzire obținută prin acțiunea asupra rocii a cîmpurilor magnetice alternative. Dacă rocile necesar a fi supuse procesului de dislocare sînt caracterizate prin pronunțate proprietăți dielectrice, este indicat a fi încălzite în cîmpul electric produs între armăturile unui condendensator. Deoarece întregul volum de rocă străbătut de către cîmpul electromagnetic de înaltă frecvență destinat dislocărilor termice este încălzit, viteza de încălzire este mult mai mare decît vitezele ce se obțin aplicînd rocilor [3] jeturi de gaze sau ardere prin flacără deschisă. În acest sens, în întregul volum se produc macro și microfisuri de dislocare, fisuri care sînt o consecință a tensiunilor termice de dislocare.

Experiențele de dislocare termică efectuate [3] asupra minereurilor de fier plasate într-un cîmp magnetic cu o intensitate de 100—2 000 Oerstezi s-au desfășurat utilizîndu-se o frecvență de 240 kHz.

Ca o consecință a variațiilor mari de gradienți termici, în special în cazul cînd procesul de încălzire termică prin curenți de înaltă frecvență este focalizat, valorile numerice ale tensiunilor termice sînt foarte mari, producînd dislocarea termică a rocii. Efortul unitar de dislocare poate fi evaluat cu ajutorul relației [3]:

$$\sigma = ET \frac{1}{V_0} \frac{dV}{dT},$$

în care :

V_0 este volumul la 0°C supus dislocării ;
E — modulul lui Young ;
T — temperatura la care are loc procesul dislocării termice.

Cuarțitele fieroase din regiunea anomaliei magnetice de la Kursk [3] avînd coeficientul de dilatație cubică de $1{,}1.10^{-5}$ (1/grad), efortul unitar de dislocare corespunzător unei temperaturi de 300°C este de 4 000 kgf/cm², în cazul că se consideră că $E = 1{,}2.10^6$ kgf/cm².

Pentru evaluarea practică a temperaturilor necesar a fi realizate în procesele de încălzire termică prin curenți de înaltă frecvență, în scopul efectuării în roci a dislocărilor termice, se determină prin experimente de laborator valorile numerice ale eforturilor unitare de compresiune.

Cunoscînd valoarea efortului unitar de compresiune σ_c, se determină T din relația :

$$\sigma = ET\alpha,$$

în care :

$$\alpha = \frac{1}{V_0} \frac{dV}{dT},$$

astfel ca $\sigma = 1{,}5\ \sigma_c$.

IV. UTILIZAREA EXPLOZIVILOR ÎN TEHNICA FORAJULUI

Pentru aplicarea în tehnica forajului a proceselor de dislocare a rocilor pe baza efectului de brizanță a explozivilor, se introduc la puț, la anumite intervale de timp, fiole cu exploziv. Fiolele sînt accelerate în partea de jos a garniturii printr-un sistem de ajutaje și sînt ejectate cu mare viteză pe talpa sondei, unde explodează.

Presiunea produsă în frontul undei de brizanță, în imediata apropiere a încărcăturii, este de aproximativ 200 000 kgf/cm². Această presiune scade vertiginos la o distanță de încărcătură de aproximativ 200 mm avînd o valoare de aproximativ 1 000—2 000 kgf/cm².

Pentru ca undele explozive de șoc care se propagă în masa fluidului de circulație să nu acționeze și asupra ajutajelor de accelerare a fiolelor de explozie, ajutajele se plasează la distanțe la care să se realizeze presiuni de șoc inferioare valorilor de 1 500 kgf/cm². Procedeul de foraj utilizînd explozii subacvatice este denumit [1] procedeu de foraj prin explozii subacvatice. Procedeul poate fi aplicat la străbaterea rocilor extradure, realizînd viteze mecanice mari. Prin aplicarea acestui procedeu se obțin găuri de sondă verticale, realizîndu-se într-un singur marș, în formațiuni cu roci extradure, intervale forate de peste 1 000 m.

Scopul forajului supraadînc și ultraadînc este de a descoperi conținutul în minerale și substanțe utile al zăcămintelor situate pînă la limita Mohorovici, denumită și limită Mohole. Ea reprezintă limita inferioară a scoarței Pămîntului de la care se extinde spre centrul Pămîntului mantia care învelește nucleul central și care are o extindere de aproximativ 3 500 km. În acest sens se relevă că intervalul dintre limita Mohole și suprafața Pămîntului are la bază zona învelișului bazaltic, peste care urmează învelișul granitic.

Prin analizele efectuate asupra variațiilor care intervin în propagarea undelor seismice, s-a ajuns la concluzia că limita de discontinuitate dintre învelișul granitic și bazaltic în care se desfășoară procesele generatoare de soluții mineralizante se află în zona ținuturilor din

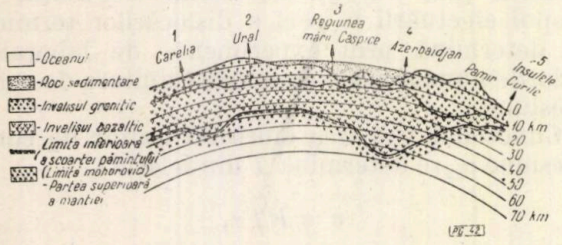


Fig. 2.

Azerbaidjan, la aproximativ 3,5—6 km, iar în R.S.S.A. Karelă la aproximativ 8—10 km (fig. 2). Utilizînd în același sens variațiile care intervin în propagarea undelor seismice, s-a ajuns la concluzia că limita de discontinuitate dintre scoarța Pămîntului și mantia „sima" care învelește nucleul de „nife" se află la adîncimi care variază între 70 km, în domeniul continental, și 7—10 km, în domeniul oceanic. În raport cu aceste adîncimi, rezultă că pentru cunoașterea scoarței Pămîntului vor trebui alese acele amplasamente la care grosimea scoarței pînă la limita granitico-bazaltică sau la limita Mohole să fie cît mai mică. În acest sens, în S.U.A., în care au fost executate operații de săpare a sondelor pînă la adîncimea de 7 720 m, s-a prevăzut săparea unor sonde de aproximativ 10 000 m, în zone în care limita Mohole se presupune a fi la aproximativ 8 000 m. Zonele în care urmează a se efectua săparea acestor sonde sînt situate pe litoralul mexican, între insula Clipperton și Guatemala, precum și în zona insulei Porto-Rico. În U.R.S.S. s-au prevăzut săpări de sonde supra și ultraadînci în zona insulelor Curile, în Azerbaidjan, în zona Mării Caspice, în Urali și în R.S.S.A. Karelă. Întrucît atît procedeul exploziilor subacvatice cît și cel al ejecțiilor de plasmă nu sînt bazate pe procesele de dislocare a rocilor prin intermediul sapelor de foraj, ele par a fi singurele metode de perspectivă posibil a fi utilizate ca metode curente în forajul sondelor ultraadînci. Deoarece aceste procedee nu au intrat încă în fază experimentală, și prin sistemul de foraj rotativ s-a reușit să se sape în anul 1959 în Texas cea mai adîncă sondă din lume, avînd talpa la adîncimea de 7 720 m, pentru forajul sondelor plasate în zonele în care limita Mohole este situată în jurul adîncimii de 10 000 m s-a prevăzut să se utilizeze în prezent sistemele de foraj rotative, la care ca mijloc de dislocare se vor utiliza sapele.

V. ASPECTELE GENERALE ALE FORAJULUI ROTATIV PENTRU SĂPARE DE SONDE CU O ADÎNCIME DE APROXIMATIV 10 000 m

Elementul principal pentru a executa săparea sondelor prin aplicarea metodei de foraj rotativ fiind garnitura de foraj, este necesară introducerea în practică a prăjinilor de foraj elaborate din aliaje ușoare și cu cifre de rezistență ridicate. În acest sens, utilizînd aliajele de tipul avial din super-duraluminiu elaborate pe bază de aluminiu, cupru, magneziu, siliciu și mangan cu adaosuri de titan și nichel, pot fi confecționate garnituri de foraj al căror material, avînd greutatea specifică de 3 kgf/dm³ și limita de curgere de aproximativ 60 kgf/mm² face ca acestea să poată fi utilizate pînă la adîncimea de circa 15 000 m. Este indicat a reliefa că titanul, utilizat în elaborarea oțelurilor ca adaos de aliaje pentru a obține produse care să posede o limită de curgere ridicată, avînd o greutate specifică de 4,5 kgf/dm³, poate servi în elaborarea țaglelor destinate uzinării elementelor garniturilor de foraj. Prin uzinarea prăjinilor de foraj din aliajele de titan-aluminiu, se obțin garnituri de foraj ușoare și cu proprietăți de rezistență caracterizate prin mari valori numerice. Cu aceste garnituri se pot efectua operații de foraj pînă la adîncimi de aproximativ 20 000 m. Ele sînt prevăzute a fi echipate cu electrobure de diametru mic, așa încît să poată fi lansate la talpă prin interiorul garniturii. Electroburele vor antrena sape cu role telescopate și amovibile, așa încît să poată fi introduse și extrase de la puț prin prăjinile de foraj. Sapele amovibile sînt prevăzute a fi armate cu diamante, care să asigure o eficacitate maximă a procesului de dislocare a rocilor. Electroburele echipate cu sape amovibile se vor lansa și extrage de la puț prin intermediul cablului de alimentare al electroburului, cablu care trebuie să posede condițiile de sarcini mecanice și electrice care să asigure lansarea, extragerea și alimentarea electroburului în condiții optime. Pentru lansare și extragere, instalația de suprafață va fi dotată cu un troliu special de lansare.

Acest sistem de lansare și extragere se impune, deoarece s-a constatat că, într-o primă aproximație, timpul total necesar operațiilor de introducere și extragere a sapelor de la puț fiind :

$$t = \frac{1}{2} \frac{H^2}{v \cdot l}$$

crește cu pătratul creșterii adîncimilor de săpare. În aceasta relație, care este o relație de primă aproximație, H este adîncimea sondei, v — viteza medie de extragere și introducere la puț iar l — valoarea medie a intervalelor posibil a fi forate cu o singură sapă. Întrucît valorile lui l și v descresc pe măsură ce adîncimea la care

se execută procesul de săpare creşte, timpul necesar executării operaţiilor de introducere şi extragere a sapelor este de fapt proporţional cu H^3. Astfel s-a constatat că prin introducerea complexă a automatizării procesului de introducere şi extragere nu se realizează decît o scurtare a timpului total de manevră cu maximum 30%, deci metoda forajului rotativ cu masa şi cu turbina nu pot fi, cel puţin în forma actuală, luate în considerare pentru forajul sondelor de peste 10 000 m. Rezultă, deci, că metodele eficiente pentru executarea procesului de săpare a sondelor ultraadînci nu par a fi decît metode la care, indiferent că se vor utiliza sau nu sape pentru realizarea procesului de dislocare a rocilor, acestea vor fi lansate şi extrase de la puţ în maximum două ore. În acest sens, se constată că pentru forajul sondelor supraadînci pînă la 8 000 m, metoda de foraj posibil a fi aplicată este metoda forajului rotativ cu masa, la care să se utilizeze garnituri de foraj elaborate din aliaje de titan-aluminiu şi sape armate cu diamante, prevăzute cu lărgitoare pentru corectarea găurii.

Este necesar să se studieze şi să se construiască electrobure cu diametru mic, prin intermediul cărora să se asigure săparea sondelor supraadînci, fără a fi necesară utilizarea garniturii de foraj ca ax motor pentru transmiterea mişcării de rotaţie de la masa rotativă la sapă.

Pentru forajul sondelor ultraadînci, 8 000—15 000 m, atît metoda forajului rotativ cu masa cît şi cea a forajului rotativ cu electrobure de fund, cu tot procesul de automatizare a operaţiilor de manevră, nu mai sînt eficace. Forajul la aceste adîncimi necesită introducerea în practică fie a forajului utilizînd ca proces de dislocare a rocilor ejecţiile de plasmă fierbinte sau de capsule cu explozive, fie a forajului utilizînd electroburelele de diametru mic, echipate cu sape telescopice amovibile, posibil a fi lansate şi extrase de la talpă prin interiorul garniturilor de foraj.

În acest scop se pare că într-o primă etapă este necesar ca cercetările să fie îndrumate spre studierea şi construirea electroburelor de diametru mic, a sapelor telescopice amovibile, a garniturilor de foraj din aliaje de titan-aluminiu de diametru mare şi fără ranforsări interioare. În cea de-a doua etapă să se experimenteze tehnica aplicativă a introducerii în practică a forajului ultraadînc utilizînd ca proces de dislocuire a rocilor ejecţiile de plasmă fierbinte sau a capsulelor cu explozivi ejectate ritmic pe talpa sondei. Este necesar ca, în special, cercetările referitoare la introducerea proceselor de automatizare în foraj în scopul măririi eficienţei forajului la mari adîncimi să fie axate pentru a realiza controlul automat al procesului de săpare şi de extragere şi introducerea automată, prin prăjini, a electroburelor dotate cu sape telescopice amovibile. În acest sens, procesele de automatizare a operaţiilor de introducere şi extragere de la puţ a garniturilor de foraj echipate cu sape de construcţie obişnuită trebuie să rămînă o sarcină curentă pentru îmbunătăţirea tehnicii forajului, aşa cum ea este aplicată în prezent. Cercetările referitoare la automatizarea aplicării în practică a forajului cu ejecţii de plasmă fierbinte şi a ejecţiilor de capsule cu explozivi se vor axa pentru asigurarea funcţionării eficiente şi în condiţii de siguranţă maximă a instalaţiilor destinate alimentării plasmotroanelor şi a celor de dirijare, formare şi introducere în circuitul fluidului de foraj a capsulelor cu exploziv.

Întrucît din practica forajului de mare adîncime, aplicat în S.U.A., rezultă că există aditivi, tratamente şi tipuri de fluide de foraj ale căror proprietăţi reologice se menţin pînă la presiuni de pînă la 1 400 at şi 250°C, problema fluidelor de foraj şi a tratamentelor necesar a fi alese nu prezintă mari dificultăţi. În acest sens, la forajul sondelor săpate pînă în jurul adîncimii de 7 000—7 700 m s-au utilizat fluide de foraj tratate cu carboximetilceluloză, avînd un conţinut foarte redus de faze solide. Pentru cimentarea coloanelor destinate izolării formaţiunilor geologice situate la mari adîncimi, s-au utilizat cimenturi speciale tratate cu încetinitori de priză şi adaos de nisip cuarţos pînă la 20%. Ca încetinitor de priză s-a utilizat carboximetil-hidroxietilceluloza.

Datorită complexităţii problemelor corespunzătoare forajului sondelor supra şi ultraadînci, ar fi utilă formarea unui centru unic de cercetări. În acest centru, dotat cu laboratoare, urmează să fie cercetate şi analizate multiplele probleme corespunzătoare forajului supra şi ultaadînc, în scopul întocmirii celor mai raţionale teme de proiectare pentru elaborarea şi uzinarea instalaţiilor de acţionare, de automatizare, de construire de aparate şi de tehnologie de aplicare. Acestea în scopul explorării şi pătrunderii în scoarţa terestră, pentru a cunoaşte şi identifica noi surse de materii prime.

BIBLIOGRAFIE

[1] Ostrovski, A. P. *Novîie proţesî bureniia glubokih.* Moscova, 1960.

[2] Lari, I. *Perspectivele de dezvoltare a tehnicii forajului.* În: Petrol şi Gaze nr. 9—10, 1957.

[3] Vozdvijenski, B. K. *Unele probleme ale forajului de mare adîncime.* În: Analele romîno-sovietice 3, 1951.

C.Z. 622.245.5

Posibilităţi de micşorare a declinului de producţie în şantierele vechi din Trustul Tîrgovişte

Ing. COSTEA ŞTEFAN
Trustul de extracţie-Tîrgovişte

Producţia de ţiţei a ţării noastre a cunoscut în anii regimului nostru democrat-popular o continuă creştere, datorită intensificării forajului atît la exploatare cît şi la explorare, ceea ce a pus în valoare multe regiuni noi.

În acelaşi timp s-a obţinut mărirea producţiei şi în regiunile vechi, datorită atît aplicării metodelor noi la exploatarea zăcămintelor de petrol cît şi măsurilor de recuperare secundară. Astfel, în şantierele vechi s-a demonstrat că sondele vechi care constituie resursele existente ale acestora pot contribui la mărirea producţiei cu condiţia ca regimul de exploatare ce li se aplică să fie optim.

Posibilităţile de producţie la straturile superioare trebuie să fie cunoscute, pentru a putea fi puse în valoare atunci cînd straturile vechi sînt epuizate sau cînd exploatarea lor a devenit nerentabilă. De asemenea trebuie luate măsuri tehnico-organizatorice pentru executarea lucrărilor de sonde, atît din punct de vedere cantitativ cît şi din punct de vedere calitativ.

Este de remarcat că progresul realizat de ştiinţă în ultimii 10—15 ani a schimbat în mod fundamental aspectul sub care este rezolvat în prezent un mare număr de probleme practice.

Ştiinţa exploatării zăcămintelor de ţiţei şi gaze a făcut un mare progres în acest timp, iar introducerea tehnicii noi şi a metodelor înaintate a contribuit la creşterea volumului producţiei şi la folosirea cît mai bună a elementelor materiale rezultate din producţie.

În lucrarea de faţă se vor examina măsurile de ordin tehnic şi organizatoric care s-au luat la toate schelele Trustului de extracţie-Tîrgovişte şi totodată posibilităţile de viitor care se vor lua pentru a face ca declinul producţiei să fie cît mai redus.

DESCRIEREA GEOLOGICĂ SUMARĂ A REGIUNILOR EXPLOATATE DE ŞANTIERELE TRUSTULUI TÎRGOVIŞTE

Trustul Tîrgovişte exploatează zăcămintele aparţinînd schelelor Moreni, Gura Ocniţei, Ochiuri şi Tîrgovişte.

Schela Moreni exploatează zăcămintele situate pe patru structuri, şi anume: Călineşti—Moreni—Gura Ocniţei, Siliştea—Roşioara, Colibaşi şi Mărgineni.

Activitatea schelei Gura Ocniței se desfășoară pe două structuri geologice mari : Moreni — Gura Ocniței și Bucșani.

Structurile care aparțin schelei Ochiuri sînt următoarele : Răzvad — Gura Ocniței, Valea Rește, Ocnița și Ochiuri — Gorgota.

Schela Tîrgoviște cuprinde următoarele structuri vechi în exploatare : Teiș, Viforîta, Aninoasa, Suța, Dragomirești și Ludești.

Orizonturile exploatate sînt în majoritate pliocene. Urmează apoi formațiunile miocene, din care helveținul este mai răspîndit la Călinești, Ocnița, Gorgota (flancul sudic), Răzvad și Aninoasa. Sarmațianul se găsește sporadic la Suța și Mărgineni. De asemenea se exploatează oligocenul la Ocnița. Faciesul este nisipos, de multe ori cu nisip friabil și cu intercalații de marnă.

CARACTERISTICI MAI IMPORTANTE DE EXPLOATARE ALE PRINCIPALELOR ZĂCĂMINTE DIN CADRUL TRUSTULUI

Presiunile zăcămintelor sînt reduse, din cauza stadiului înaintat de exploatare. Factorul mediu de recuperare a zăcămintelor pe trust este sub 30% și variază între 15 și 54%.

În faza actuală de exploatare, curgerea țițeiului în zăcămînt are loc datorită împingerii apei de sinclinal, expansiunii gazelor ieșite din soluție, gravitației, sau efectului combinat al acestora.

Etanșeitatea cimentării coloanelor — în special la sondele săpate cu sisteme uscate — este necorespunzătoare. Sondele au coloane defecte și se întîlnesc tot felul de anomalii în ceea ce privește construcția sondelor.

Gradul de inundare a tuturor zăcămintelor este important. Pe trust, la sfîrșitul anului 1961, procentul mediu de impurități ale țițeiului extras este de circa 65%. La aceasta se adaugă viituri puternice de nisip fin marnos, în special la sondele care exploatează dacianul.

Complexul dräder, care este împărțit în trei orizonturi și care se exploatează la Moreni, Gura Ocniței și Ochiuri, prezintă variații mari de facies, de la nisipuri consolidate sau slab consolidate la nisipuri friabile și cu intercalații de marne curgătoare.

Datorită acestei cauze se creează condiții favorabile pentru o serie de dificultăți, și anume :

— deteriorarea coloanei de exploatare, și, ca urmare, viituri importante de nisip și marnă ;

— prăbușirea acoperișului de marnă al stratului productiv în apropierea găurii de sondă ;

— uzura accentuată prin abraziune a materialului de pompă ;

— blocarea perforațiilor cu nisip de strat, necesitînd curățări dese.

Din aceste cauze, multe sonde care funcționau normal au fost deranjate în funcționarea lor de apariții intense de viituri de nisip, însoțite de micșorarea sau reducerea completă a debitului de țiței.

Coroziunea este un alt factor important care contribuie la reducerea productivității sondelor (în special cele din meotic), prin deteriorarea în timp relativ scurt a materialului de pompaj. Țițeiurile sînt parafinoase, ceea ce necesită dese intervenții la sonde pentru deparafinarea țevilor și prăjinilor de pompaj.

CERCETAREA SONDELOR ȘI REGIMUL TEHNOLOGIC ÎN EXTRACȚIA ȚIȚEIULUI

Țițeiul se exploatează prin sistemele cunoscute : erupție, gazlift și pompaj.

La Trustul Tîrgoviște marea majoritate a sondelor funcționează prin pompaj în adîncime. Din circa 1 200 sonde active, 21 de sonde sînt eruptive (11 la schela Tîrgoviște), 17 în gazlift, 21 în lăcărit și restul în pompaj.

Măsurile tehnologice care se iau pentu stabilirea regimului optim de funcționare se referă la stabilirea parametrilor optimi de pompare și la îmbunătățirea condițiilor de fund.

În cadrul trustului nostru pe trimestrul I/1962 s-au luat în total 10 101 măsuri de cercetare a sondelor. Pe baza acestor cercetări, s-a efectuat un număr de 922 de lucrări în legătură cu regimul tehnologic.

Analizînd rezultatele cercetărilor cu privire la sonde, s-au stabilit programe de măsuri tehnologice trimestriale, revăzute și actualizate lunar.

Pentru tot anul 1962 se estimează circa 40 000 de operații de cercetare a sondelor, care vor sta la baza a circa 4 000 de operații tehnologice, pentru toate schelele Trustului Tîrgoviște, ceea ce va contribui la micșorarea declinului de producție a sondelor vechi.

PREVENIREA ȘI COMBATEREA UNOR DIFICULTĂȚI ÎNTÎLNITE ÎN EXPLOATAREA SONDELOR

Blocajul sondelor în zona din jurul găurii de sondă se produce cu emulsii, suspensii mecanice, noroi, ciment, apă sau prin umflarea marnelor. Cele mai frecvente cazuri au fost întîlnite la meoțianul de la Ludești și dräderul III de la Moreni. În general, metodele cunoscute și aplicate în asemenea cazuri nu au dat rezultate. Rezolvarea în parte a acestor blocaje, care au dus la pierderi mari de producție, s-a obținut prin injectarea în strat a unor soluții cu substanțe tensioactive obișnuite sau neionice prin acidizări etc.

În cursul anului 1961, s-a efectuat un număr de 111 operații cu substanțe tensioactive și cu solvenți. Dintre operațiile efectuate, un număr de 11 operații au fost efectuate cu substanțe tensioactive neionice (OF.34 și OF.7). Din totalul de 111 operații efectuate, un număr de 30 de operații, adică 27%, au avut rezultat,

obținîndu-se un plus de producție cumulat de 4 706 t.

Viiturile de nisip dau dificultăți mari în exploatarea sondelor și constituie cauza unui volum mare de lucrări de intervenție, fiind de altfel problema principală și cea mai greu de rezolvat în acest trust.

Metodele pentru combaterea viiturilor de nisip se bazează pe următoarele principii :

— reținerea nisipului în strat ;

— reducerea cantității de nisip antrenate prin alegerea regimului tehnologic, respectiv a debitului optim, și eliminarea nisipului antrenat.

Măsura radicală de combatere a viiturilor de nisip constă în reținerea totală a nisipului în strat, cu posibilitatea de aflux a fluidului în gaura de sondă. Acest procedeu a fost realizat prin folosirea diferitelor tipuri de filtre în interiorul sau în exteriorul coloanei de exploatare și, bineînțeles, în dreptul straturilor productive.

S-a aplicat de asemenea injecția de nisip în strat, fără să se obțină rezultat, din cauza granulației fine și a procentului ridicat de marnă din nisipul curgător.

O ultimă experiență făcută la S.307 Gura Ocniței, care este în curs de probe de producție, ne va indica în ce măsură se poate aplica această metodă la schelele trustului. Separatoarele-filtre nu au dat deocamdată rezultate concludente.

Ținînd seamă că s-au experimentat la un număr redus de sonde și că în trust sînt multe sonde care produc cu nisip în suspensie, în cursul anului 1962 s-au programat 15 sonde pentru experimentare cu astfel de separatoare.

Pentru determinarea metodelor potrivite de combatere a nisipului, I.C.F.E. Cîmpina împreună cu trustul au analizat o serie de sonde care au prezentat dificultăți mari de nisip.

Analizele granulometrice au arătat o granulație fină și procente ridicate de marnă, de unde a rezultat că injecția de nisip în strat nu este oportună, urmînd să se experimenteze, la aceste sonde, pompajul tubular, pompe de construcție specială, separatoare speciale etc.

Tot ca metodă pentru combaterea nisipului la sondele de la stratul dräder III, s-a schimbat sistemul de extracție din pompaj prin gazlift intermitent la două sonde, obținîndu-se rezultate bune și un plus de producție, prin eliminarea întreruperilor cauzate de nisip, de 120 tone anual.

Tot la sondele cu nisip în suspensie cu procent ridicat de marnă, s-a trecut la utilizarea de pompe de construcție specială (tip Tăbăroiu), cu pistonul fix și cămașa mobilă. Rezultate bune s-au obținut la 18 sonde din schela Moreni și la circa 20 de sonde din schela Tîrgoviște.

La schela Tîrgoviște, sînt sonde cu viituri de nisip, la care analiza granulometrică indică ca oportună, printre alte metode, și injecția de nisip, care se va experimenta în curînd.

Pentru combaterea parafinei, s-a experimentat încălzitorul electric cu cablu, tip I.C.F.E. Cîmpina. Operațiile efectuate dovedesc că sistemul de încălzire cu încălzitoare alimentate prin cablu dă rezultate bune. În baza acestor experiențe și în măsura procurării echipamentului, în special a cablurilor, această metodă va fi extinsă în viitor.

Pompele submersibile au fost experimentate la mai multe sonde la Moreni și Gura Ocniței.

Rezultatele cele mai bune au fost obținute la sonda 6 S. II, unde s-a folosit o pompă submersibilă care a funcționat fără întrerupere 125 de zile. Sonda continuă să funcționeze cu o astfel de pompă cu un debit de 202 m^3/zi cu 95% impurități și circa 0,2% nisip.

Considerăm că pompajul centrifugal submersibil va fi mai răspîndit în viitor, deoarece se pretează la performanțe mari de debite și de adîncime.

De aceea se impune continuarea experimentărilor de acest gen, ținînd seamă de condițiile pentru care aceste pompe sînt indicate, și anume :

— impurități maxime : apă sărată 50% ; nisip 0,1—0,2% ;

— respectarea principiilor de funcționare pentru obținerea unui randament optim ;

— folosirea de pompe cu rotoare de material plastic corespunzătoare condițiilor de exploatare din Trustul Tîrgoviște ;

— păstrarea unui contact permanent cu fabricile furnizoare, pentru ameliorarea continuă a calității materialului și pentru îmbunătățirea performanțelor de lucru.

Pentru combaterea coroziunilor la piesele pompelor de fund, s-au folosit linere nitrurate și pistoane cromate la opt sonde de la Moreni, cu procente de apă corosivă mai mari decît 50%, și s-a obținut mărirea duratei de funcționare a pompelor de la 10 la 60 de zile, cu un plus de 200 t anual și cu reducerea consumului de materiale de pompe.

În același timp, tot la Moreni, s-au inhibitat cu proteină și hexametafosfat de sodiu cinci sonde cu apă corosivă, obținîndu-se rezultate mai slabe, dar mărindu-se totuși durata de funcționare a pompelor de la 20 la 30 de zile.

La schela Gura Ocniței, în anul 1961, s-a inhibitat cu rezultate bune trepanină crezilică. Rezultatele obținute sînt redate în tabela 1.

Menționăm că metoda este economică. Substanța costă 5,5 lei/kg și se utilizează în cantitate de 0,1 kg/m^3 pompat.

În afară de operațiile normale de reparație capitală a sondelor prin operații de cimentare, s-a reușit să se reducă simțitor procentul de apă la mai multe sonde de la Moreni și Gura Ocniței.

Tabela 1

Sonda	Durata medie de funcționare a pompelor fără inhibare, zile	Durata medie cu inhibare cu crezaldină, zile	Durata medie cu inhibare cu trepanină crezilică, zile
661 Cc.	10	26	21
665 C.	10	34	16,5
107 SRP	25	39	37
72 SR	10,5	—	29

În unele cazuri, cimentările sub presiune nu au dat rezultate satisfăcătoare, deoarece unele straturi au permeabilitate mare și se colmatează ușor.

În aceste situații, s-a căutat să se mărească parametrii de funcționare ai pompelor de extracție, procedîndu-se astfel la pompaj forțat. S-a reușit să se realizeze debite de pînă la 180 m³/zi cu pompe TB 2 $^3/_4$", de la adîncimi sub 800 m. În cursul anului 1961, pompajul forțat s-a aplicat la circa 100 de sonde.

Pompele centrifugale, folosite parțial, au dat rezultate bune, rămînînd ca pe viitor să fie extinse.

Acestea au funcționat cu debite și mai mari, ajungînd pînă la 270 m³/zi.

Totuși, singura posibilitate de a reduce procentul de apă, și în același timp de a face cît mai multe economii la prețul de cost, rămîne tot izolarea sursei de apă prin cimentări sub presiune sau cimentări selective, acolo unde se pretează.

INJECȚIA DE GAZE ȘI DE APĂ PENTRU ÎMBUNĂTĂȚIREA DEBITULUI STRATURILOR PRODUCTIVE

În planul de măsuri pe anul 1962, s-a prevăzut ca injecția de gaze la Trustul Tîrgoviște să fie aproximativ egală cu cea din anul 1961, iar injecția de apă să se dubleze.

Pentru injecția de apă sînt pregătite și se vor pregăti în viitor mai multe panouri experimentale de injecție, de cîte cinci sonde (patru sonde de injecție și o sondă de reacție), în vederea experimentării aplicabilității recuperării secundare la toate zăcămintele vechi, la care exploatarea se face fără aplicarea vreunui proces de injecție.

Cantitățile de gaze și de apă injectate sînt repartizate procentual pe schele, conform tabelei 2.

Tabela 2

	Gaze, %	Apă, %
Moreni	6	—
Gura Ocniței	12,0	33,3
Ochiuri	21,0	33,3
Tîrgoviște	61,0	33,3

În urma injecției de gaze și de apă pentru recuperare secundară s-au înregistrat pe trimestrul I/1962 plusurile de producție arătate în tabela 3.

Tabela 3

	Total, t	Media zilnică, t/zi
Moreni	1 326	15,0
Gura Ocniței	7 052	78,0
Ochiuri	1 720	19,0
Tîrgoviște	6 468	72,0
Trust :	16 566	184,0

În general, introducerea și extinderea proceselor de injecție constituie o preocupare permanentă.

ASPECTE ORGANIZATORICE ALE ACTIVITĂȚII DE INTERVENȚII ȘI REPARAȚII

Realizarea planului de producție este legată de ameliorarea continuă a coeficientului de exploatare a sondelor și de realizarea unor debite optime pe fiecare sondă în parte.

Practic, acest deziderat este urmărit sub două aspecte, și anume :

— prelungirea perioadei de producție între două intervenții ;

— reducerea timpului de intervenție ;

Primul aspect depinde de stabilirea unui regim tehnologic optim al sondelor, de aplicarea metodelor de combatere a viiturilor de nisip, de combatere a parafinei, de combatere a coroziunii echipamentului de fund și de suprafață, de intensificare a fluxului de fluide din strat și de comportarea echipamentului, în special a echipamentului de fund.

Durata de funcționare a pompelor de extracție este de circa 40 de zile la Trustul Tîrgoviște și se menține constantă în ultimii trei ani. Consumurile specifice la materialul de pompaj sînt ceva mai mari în 1961 decît în anii precedenți, deși calitativ materialul de pompe se prezintă aproape constant în ultimii ani.

S-a constatat însă o serie de defecțiuni la piesele de pompe, și în special la piesele de mare consum, și anume : pistoane ; cămăși ; scaune de supapă ; colivii ; inele de fixare.

Pentru mărirea duratei de funcționare a pompelor de extracție și micșorarea consumului specific de piese de pompe, sînt necesare :

— perfecționarea proceselor tehnologice de fabricație a pieselor de pompe ;

— construirea unor piese noi de pompă corespunzătoare la condiții speciale de lucru (coroziune, abraziune etc.) ;

— îmbunătățirea activității atelierelor de pompe din șantiere și manevrarea cu grijă a pompelor.

Ultima măsură revine schelelor de extracție și se poate afirma că în momentul de față se lucrează satisfăcător și mai bine decît în trecut.

Sondele în pompaj funcționează uneori nesatisfăcător și din cauza capacității de lucru reduse a prăjinilor de pompare, care nu satisfac întotdeauna condițiile de lucru, fapt care duce la ruperi de prăjini, cu oprire de sonde și cu pierdere de producție.

Măsurile care se impun sînt :

— îmbunătățirea procesului tehnologic de fabricație ;

— fabricarea mai multor calități de prăjini de pompare cu caracteristici superioare, în funcție de caracterul mediului pompabil ;

— sortarea de către uzină a prăjinilor în pachete cu caracteristici apropiate, pentru a li se da cea mai bună întrebuințare ;

— urmărirea comportării garniturilor de pompare la sondele cu condiții grele, prin fișe și diagrame tehnico-statistice și prin măsurători cu dinamometre.

Reducerea timpului efectiv de intervenție trebuie privită din următoarele puncte de vedere :

— Organizarea brigăzilor de intervenție.

— Echiparea completă a sondelor care necesită intervenție cu utilajul necesar.

— Comportarea utilajului și sculelor de intervenții.

Se consideră că forma actuală de organizare a brigăzilor de intervenție din trei echipe pe schimb este corespunzătoare. De asemenea, componența echipei din patru oameni (sondor-șef, podar, sondor și trolist), cu trolistul la granic și cu sondorul-șef la gura puțului, trebuie considerată ca fiind rezultatul unei experiențe îndelungate, care a dat rezultate. Echipele prestează muncă normată, și în majoritatea cazurilor îndeplinesc normele cu depășiri.

Normele sînt revizuite continuu pe bază de cronometrări și sînt îmbunătățite.

Munca normată a brigăzilor de intervenție constituie sistemul cel mai bun de a se obține timpi de realizare buni chiar și pe timp de iarnă, dar trebuie completată cu o supraveghere foarte atentă, pentru îmbunătățirea calității muncii. De aceea se experimentează în prezent trecerea maiștrilor la schimb, cu activitate de control, ajutor și îndrumare tehnică, fără să fie interesați în salarizarea lor de normele realizate de brigăzi.

Această problemă se analizează continuu și se contează în viitor pe rezultate din ce în ce mai bune.

În situația actuală a Trustului Tîrgoviște, unde 94% din sonde funcționează în pompaj, s-a mers pe linia înzestrării tuturor sondelor cu echipament de manevră, în special cabluri și macarale. Excluzînd sondele eruptive și în gazlift, precum și sondele cu intervenții mai puține, mai sînt circa 10% din sonde fără echipament necesar.

Curățarea de nisip a sondelor se face în mare măsură cu lingura. Se experimentează la Moroeni, în locul frezei cu clapă, un nou tip de freză cu piston (Călărașu), care în cîteva cazuri a dovedit o capacitate superioară de pătrundere prin poduri tari și, în același timp, de colectare a lichidului încărcat cu nisip.

Tot în scopul reducerii timpului efectiv de curățare, se încearcă experimentarea la Moreni a unor semnalizatoare optice și acustice, care arată poziția lingurii de la talpă la suprafață, precum și a înregistratorului automat al numărului de operații (extragere și introducere) executate cu lingura în timp.

Primul dispozitiv este de un real folos pentru operatorul de pe troliu, deoarece permite reducerea vitezei de extragere pe distanțe mult mai mici decît în cazul folosirii semnalelor pe cablu.

Al doilea dispozitiv reprezintă un control riguros al modului în care echipa de intervenție a folosit timpul.

Extinderea folosirii troliilor montate pe autocamioane va asigura o mobilitate superioară față de troliile existente pe șenile, reducînd timpul de deplasare.

Generalizarea acestor trolii ridică însă problema drumurilor la sonde.

O problemă deschisă încă în viitor este aceea a ridicării capacității de lucru a brigăzilor de intervenții pe timpul nopții. Se consideră că rezolvarea acesteia impune următoarele măsuri :

— Crearea unor condiții optime de iluminat la sonde în timpul nopții, problemă care preocupă colectivul trustului și care se propune să stea în atenția organelor competente pentru standardizare.

— Asigurarea unui control continuu și suficient al brigăzilor de intervenții, cu o primă soluție — trecerea maiștrilor la schimb.

— Comportarea utilajelor și a sculelor de intervenție ridică de asemenea o serie de observații.

Se consideră că trebuie îmbunătățită asamblarea utilajului de manevră, și în special compunerea sistemului format din macara, cîrlig, chiolbași, elevatoare, care funcționează uneori defectuos. De asemenea trebuie conceput un montaj STAS care să precizeze poziția și modul de legătură a capului mort al cablului de manevră (cu și fără roată conducătoare), precum și situația de la gura puțului (beci, șanț de scurgere, batal de colectare, poduri, iluminare etc.).

Agățătoarele cu lanțuri ca și broaștele cu pene nu au ajuns să funcționeze satisfăcător.

Manevrarea tubingului, care se face în prezent numai cu elevatoare, nu asigură o strîngere completă a mufelor.

Apare necesar ca drillometrele și cîntarele să fie realizate ca dispozitive simple, robuste și precise.

Socotim că în rezolvarea problemei utilajului și sculelor de intervenție sînt necesare două etape :

— îmbunătățirea celor existente ;

— folosirea în viitorul apropiat a troliilor mobile pe mașini auto prevăzute cu turle pliante, care să permită așezarea tubingului și a prăjinilor în turlă.

Acest din urmă deziderat trebuie pus în legătură cu problema drumurilor și, totodată, cu folosirea la transport a mașinilor cu pneuri și cu excluderea celor cu șenile, care degradează drumurile.

REZULTATELE ȘI PERSPECTIVELE APLICĂRII MĂSURILOR PRIVIND MICȘORAREA DECLINULUI DE PRODUCȚIE

Pe baza datelor statistice de producție și a planului de măsuri pe anul 1962, s-a făcut o estimare a realizărilor de producție pe anul 1962 din zăcămintele vechi ale Trustului Tîrgoviște.

Producția estimată că va fi extrasă din zăcămintele existente a ținut seama de luarea unor măsuri, cum sînt :

— completarea gabaritelor ;

— retrageri și adiționări ;

— combustia subterană ;

— intensificări de aflux ;

— combaterea viiturilor de nisip, a coroziunilor și parafinei ;

— mărirea coeficientului de exploatare ;

— injecție de apă și gaze în zăcămînt ;

— reparații de sonde etc.

Producția de bază a structurilor vechi nu poate asigura decît circa 95% din producția realizabilă la începutul anului și circa 87% din producția realizabilă la sfîrșitul anului.

Aproximativ 10% din producția obținută din structurile vechi ale trustului se datoresc măsurilor amintite, care s-au luat în trecut și care se vor lua în continuare.

Dintre aceste măsuri, cu injecția de apă și gaze s-a obținut circa 5% din producția totală, cu măsurile geologo-tehnologice circa 3,5% și cu celelalte metode noi circa 1,5% din totalul producției.

Măsurile care se iau urmăresc pe de o parte mărirea factorului final de recuperare, iar pe de altă parte reducerea declinului de producție și intensificarea exploatării.

Întrucît zăcămintele vechi au fost exploatate nerațional de către capitaliști, situația actuală a exploatării acestora necesită o analiză și o preocupare continuă, în vederea introducerii tehnicii noi pentru mărirea substanțială a factorului de recuperare.

C.Z. 622.245

Resăparea sondelor

Ing. PĂNCESCU SERGIU

Sondele care au coloane avariate, turtite, cu sau fără prindere de țevi de extracție, deviate sau rupte, înfundate, fără perspective de instrumentații rezolvabile pot fi reparate și deci redate producției numai prin resăpare.

Resăparea este o lucrare care, folosind o porțiune sănătoasă dintr-o sondă, caută să atingă orizonturile productive printr-o nouă gaură săpată numai de la o adîncime oarecare din gaura veche, printr-o fereastră efectuată în coloană. Fiind vorba deci de a săpa o gaură secundară pornită din gaura primară la aceeași sondă, lucrarea a căpătat denumirea de resăpare.

Resăparea unei sonde cuprinde următoarele operații:

1. Montarea instalației de la suprafață.
2. Fixarea penei de deviere.
3. Executarea ferestrei în coloana de exploatare.
4. Săparea prin fereastră pînă la adîncimea necesară.
5. Carotajul electric și măsurarea devierii.
6. Tubajul și cimentarea linerului sau a coloanei.

Utilajul necesar pentru resăparea unei sonde trebuie să cuprindă, pe lîngă turlă (de producție sau de foraj) cu anexele ei, un troliu acționat termic, electric sau cu abur, dimensionat astfel încît să corespundă adîncimii care trebuie atinsă, masă rotativă, prevenitor de erupție, indicator de greutate, două pompe de noroi acționate termic, electric sau cu abur, cu manifold și rezervoare sau batale de noroi corespunzătoare, sită vibratoare, cu un cuvînt o instalație completă de foraj. Se lucrează cu prăjini de 3 1/2″ sau 2 7/8″ și mai rar cu 4 1/2″, în funcție de diametrul coloanei sondei care se resapă. Montajul troliului se face în turlă pe platformă, pentru a lăsa loc sub pod prevenitorului de erupție. Prăjinile trebuie verificate la baza tubulară.

ALEGEREA LOCULUI PENTRU FIXAREA PENEI DE DEVIERE

Fie că pana de deviere se introduce orientat sau neorientat, este indicat ca punctul de fixare să fie într-un loc unde puțul este practic vertical. Aceasta pentru a nu ocaziona o mărire a deviației găurii primare prin gaura secundară, dacă pana este

fixată în direcția deviației existente, iar dacă este fixată opus, să nu dea naștere la un punct de inflexiune pentru prăjini în timpul săpatului prin fereastră. Chiar atunci cînd se cere ca resăparea să fie dirijată, vom fixa pana de deviere tot într-un punct al puțului practic vertical.

Pana de deviere se fixează cu cimentare pe un scaun de ciment, în felul următor: după alegerea punctului de fixare se face în coloană un dop de ciment (scaun) la această adîncime. Se va șablona coloana cu un șablon cu diametrul egal cu al butucului penei de deviere și lungimea acesteia. După șablonare se introduce pana cu prăjini sau țevi de extracție, avînd la puț în toate cazurile apă. Cînd se ajunge cu piciorul penei de deviere la scaun, se va cimenta prin prăjini sau prin țevile de extracție înecate în baie de ciment. Cimentul trece din prăjini sau țevile de extracție prin țeava specială de 1″ fixată pe albia penei, prin gaura din butuc pînă sub picior, se echilibrează apoi prin apăsare, se foarfecă știfturile de cupru de

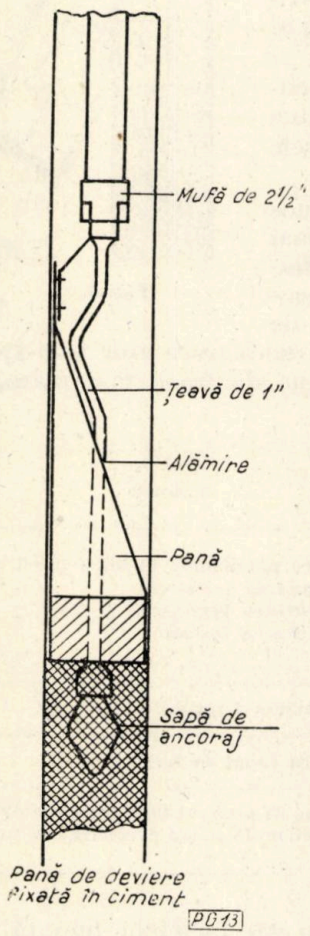


Fig. 1.

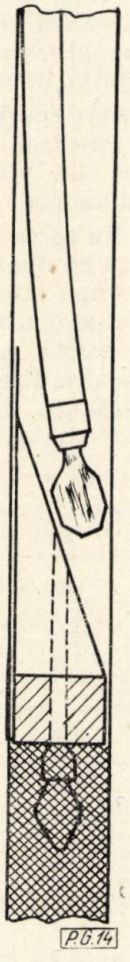


Fig. 2.

la dispozitivul de lansare a penei după care se extrage capul de lansare (fig. 1). În felul acesta pana este prinsă în baia de lapte de ciment.

O pană de deviere bună este confecționată din oțel turnat, 50 kg/m², și tratat termic avînd o rezistență Brinell de 220. Butucul penei are un diametru cu 10—12 mm mai mic decît diametrul coloanei în care se introduce pana, iar lungimea butucului este de 600—700 mm și este găurit de la un capăt la altul. În partea de jos gaura de prelungește printr-un cep cu filet în care se înfiletează o sapă sau un picior de 1—2 m, avînd neregularități pentru a asigura fixarea în ciment. În partea de sus se fixează, în gaura butucului, prin alămire, o țeavă de 1″, care ajunge la capul de lansare pe albia penei de deviere și se înfiletează în capul de lansare. Prin această țeavă laptele de ciment pompat prin țevi sau prăjini asigură cimentarea penei. Lungimea albiei penei de deviere este de 2 500—4 000 mm, iar înclinarea față de ax este bine să fie cuprinsă între 5 și 8°. Capul de sus al penei se termină rotunjit, fără praguri și se înscrie tangent în interiorul coloanei de exploatare. Capul de lansare se fixează cu două știfturi de cupru de 10—12 mm diametru, care se foarfecă în momentul lansării (fig. 1 și 2).

EXECUTAREA FERESTREI

La început se va freza cimentul din coloana de deasupra penei de deviere cu o sapă ascuțită avînd colțurile rotunjite și un diametru apropiat de diametrul interior al coloanei; exemplu: în coloana de 8 5/8″, o sapă de ∅ 190 mm, în coloana de 7″, o sapă de ∅ 165 mm, în coloana de 6 5/8″, o sapă de ∅ 140 mm și accidental, cînd se execută ferestre în coloana de 5 3/4″, o sapă de ∅ 118 mm. Cînd s-a ajuns la pana de deviere, ceea ce se cunoaște atît după măsura exactă cît și după felul cum lucrează sapa, se extrage și se introduce o sapă ascuțită cu colțuri rotunjite, avînd un diametru mic, pentru a pătrunde cît mai jos pe albia penei de deviere, între pană și coloană. Exemplu: în coloana de 8 5/8″, o sapă de ∅ 140 mm, în coloana de 7″, o sapă de ∅ 130 mm, în coloana de 6 5/8″, o sapă de ∅ 125 mm, iar în coloana de 5 3/4″, o sapă de ∅ 110 mm. Cu acestea se execută un ghidaj pentru frezele cu care se continuă lucrul. Fereastra în coloană se execută de preferință cu freze tip Kinzbach, freze cu lame. Folosirea de altfel de freze nu se recomandă, deoarece efectul este mic și acestea nu reușesc să spargă coloana decît după mai mult timp de frezare și după utilizarea unui număr mare de freze. Frezarea se începe cu o freză cu un diametru egal cu acela al sapei cu care s-a pregătit spațiul din albia penei de deviere. Freza este înfiletată direct la prăjină și se insistă cu ea 6—8 ore, cu o turație la masa rotativă de 50—60 ture/min și o apăsare de cel mult 0,5 t. Uneori se reușește să se spargă coloana chiar cu prima freză;

dacă s-a produs fenomenul nu se mai insistă. Se extrage și se introduce o freză cu un diametru cu 10—12 mm mai mare. Dacă nu s-a spart coloana cu prima freză și se constată că a pierdut din diametru mai mult de 10 mm, se introduce a doua freză, avînd același diametru, lucrîndu-se în aceleași condiții. Lucrînd bine și dacă lamele frezei sînt bune, este sigur că se va intra în teren cu freza a doua. Dacă s-a spart coloana cu freza 1 sau freza 2, următoarea freză care se va introduce va avea un diametru cu 10—12 mm mai mare. Cu aceasta se va freza în aceleași condiții tehnice, și în 6—8 ore se va intra în mod normal cu ea în teren, dacă s-a lucrat bine. Se continuă cu o freză cu diametru mai mare cu 8—10 mm, și așa mai departe, pînă la diametrul maxim posibil, care trebuie să fie cu 3—6 mm mai mic decît diametrul interior al coloanei și cu 1—2 mm mai mare decît diametrul sapei cu care se va săpa în teren (fig. 3).

În tabela 1 se redă felul cum se succed diametrele sapelor și frezelor pentru executarea în bune condiții și în cel mai scurt timp a unei ferestre de bună calitate.

La o sondă cu coloană turtită pronunțat numai dintr-o parte, se poate executa fereastra folosind un burlan-freză cu un diametru cu 8—10 mm mai mic decît diametrul interior al coloanei avariate, avînd gura bine încărcată cu material dur, ascuțită, fără dinți de freză și ușor oblică, 6—8 grade față de axul burlanului. Lungimea acestuia este de 5—8 m. Cu aceasta se taie din coloana turtită o așchie tocmai din turtitură. Adesea aceste așchii sînt scoase la zi înțepenite în interiorul burlanului-freză. Insistîndu-se în mai multe marșuri, burlanul-freză, tăind așchii, alunecă în teren tocmai pe suprafața turtiturii, care îndeplinește în acest caz funcția de pană de deviere. O dată ce burlanul este în teren, se continuă cu corectarea ferestrei cu o freză tronconică Hughs, avînd un diametru egal cu al burlanului, după care se trece la săparea în teren.

Unii practicieni au folosit pentru executarea ferestrei metode mai dure, care nu sînt recomandate : într-un punct deviat al puțului a fost spartă coloana cu exploziv, trecîndu-se apoi la corectarea acestei ferestre cu diverse freze, pentru a intra în teren. Metoda este atrăgătoare, prin aceea că se suprimă pana de deviere, o parte din freze, timpul de frezare, însă, din nefericire, nu reușește întotdeauna, ceea ce obligă de multe ori la repetarea operației din ce în ce mai în sus în coloană, pînă la trecerea și executarea unei ferestre clasice cu pană de deviere. De asemenea, o astfel de fereastră prezintă așchieri de coloană, care ocazionează complicații în timpul săpatului și al tubajului linerului.

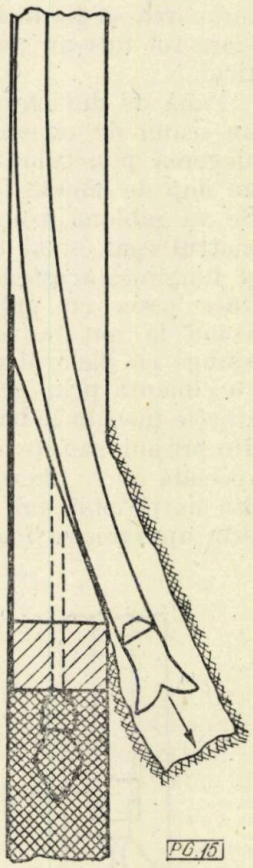


Fig. 3.

Pentru reușita executării ferestrei, se va ține seama de următoarele recomandări :

1. Nu se va introduce o freză cu diametru mai mic după una cu diametru mai mare, deoarece există pericol de înțepenire. Freza mai mică trece ușor prin spărtura făcută în coloana de freză mai mare, și cum această gaură nu este încă bine lucrată are neregularități în care se poate înțepeni freza mai mică, la extragere. La introducere prăjinile flambează, iar la extragere acestea se întind, iar freza avînd tendința de a trece prin partea superioară a spărturii se înțepenește în cheie.

Tabela 1

	Coloane ∅				Observații
	8 5/8″	7″	6 5/8″	5 3/4″	
Sapă ∅	155	132	121	109	Pentru pătrundere în albia penei
Freze tip Kb ∅	163	138	125	113	Executarea ferestrei
	174	147	132	117	Executarea ferestrei
	184	155	138	121	Executarea ferestrei
	191	160	142		
Freze Hughs	191	160	142	121	Corectarea ferestrei
Pentru teren sapa ∅	188	155	138	118	Pentru săpat în teren
Diametrul linerului	5 3/8″	4 3/4″	4 1/2″	4″	Linere de preferat fără mufă. Pentru cele cu mufă se iau diametre mai mici
	4 3/4″	4 1/2″	4″	3 1/2″	

2. Se va circula foarte activ cu debit mare, de preferat cu noroi vîscos, pentru a se aduce la suprafață șpanul rezultat din frezarea coloanei.

3. Se va folosi în mod obligator sită vibratorie.

4. Primii 20—30 m săpați prin fereastră se vor executa cu sapa înfiletată direct la garnitura de prăjini și numai după aceea se vor folosi prăjini grele. Se va acorda atenție mare la trecerea prin fereastră, deoarece prăjina grea fiind rigidă, s-ar putea să nu treacă ușor prin fereastră. Se vor evita reducțiile de orice fel, iar acolo unde nu este posibil acest lucru ele vor fi verificate atent în ceea ce privește construcția, materialul și filetul.

5. Prăjinile care au lucrat prin fereastră vor fi înlocuite la fiecare marș, dacă prezintă rizuri.

O fereastră bine executată nu trebuie să stînjenească sub nici o formă săparea în teren și tubajul linerului sau al coloanei. Orice agățare cît de mică la trecerea prin fereastră a garniturii poate să complice situația; de aceea, cînd se constată acest lucru, se iau măsuri de carectare în fereastră, corectare care se execută cu freze Hughs cu diametru maxim, avînd forme rotunjite, pentru a nu agăța la manevre.

Forma unei ferestre ideale este o secțiune ovoidă avînd vîrful în jos (fig. 4).

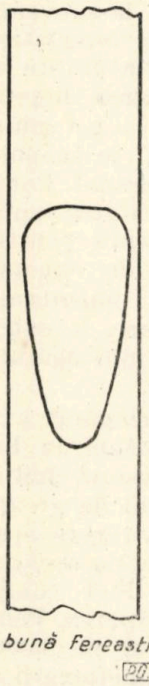


Fig. 4.

Dacă se cere ca resăparea să fie orientată și dirijată, introducerea penei de deviere se face orientat, iar după executarea ferestrei se continuă forajul dirijat, de preferință cu turbină, neavînd nimic deosebit de forajul normal. Folosirea penelor de deviere recuperabile pentru dirijare nu este indicată din cauza ferestrei.

Problema principală în reușita resăpării este să se acorde cea mai mare atenție circulației de noroi. Traversînd întotdeauna straturi exploatate, deci foarte permeabile, se vor înregistra dese și mari pierderi de noroi. Acestea pot ajunge uneori la zeci de metri cubi și creează două mari neajunsuri:

— pierderea circulației ocazionează prinderea garniturii;

— pătrunderea masivă de noroi în nisipurile petroliere permeabile și care au fost exploatate prin gaura primară sau prin sonde vecine se colmatează puternic, astfel că punerea lor în producție, după terminarea lucrărilor de resăpare, constituie o problemă greu de rezolvat, uneori nerezolvabilă. Pentru aceste considerații se vor folosi pentru circulație noroaie speciale. Ele trebuie să corespundă următoarelor caracteristici: să aibă densitate mică, pentru a se reduce la minimum presiunea pe strat, să fie vîscoase, pentru a nu pătrunde adînc în strat. Colmatajul să cedeze ușor în contact cu țițeiul din straturile petroliere și să permită eventualele tratamente sau acidizări pentru punerea în producție a sondei.

La lucrările curente s-au folosit, cu rezultate satisfăcătoare, următoarele rețete de noroaie speciale, indicate de I. C. F. E.—Cîmpina:

1. Motorină — 65%.
   Acizi naftenici — 3%.
   Suspensie var (conc. 15%) — 30%.
   Soluție lignosan (conc. 50%) — 2,5%.
   Densitate = 0,95. Filtrat 0 — 1.
2. Țiței neparafinos — 67%.
   Acizi naftenici — 3%.
   Soluție lignosan (conc. 50%) — 3%.
   Suspensie var (conc. 15%) — 27%.
   D = 0,95. Filtrat 0.

După terminarea forajului, cu respectarea indicațiilor menționate, se face carotajul electric; la resăpări nu este indicat să se scoată probe mecanice din cauza complicațiilor care pot apărea.

Carotajul electric s-a executat uneori direct prin fereastră; este însă o operație riscantă, deoarece, chiar dacă trece electrodul, există posibilitatea de a se tăia sau avaria cablul, ceea ce împiedică înregistrarea. Pentru a preîntîmpina aceste greutăți, s-a construit un electrod cu diametru mic, pentru țevi de extracție de 3″ sau 2 1/2″. Înainte de a se efectua carotajul electric, se introduc țevi de extracție de 3″ sau de 2 1/2″, care se trec prin fereastră, se coboară pînă la talpă, se circulă, apoi se retrag pînă aproape de fereastră și se introduce electrodul, executîndu-se carotajul electric. Acesta se compară cu carotajul prin gaura primară (dacă există) sau cel puțin cu carotajul mecanic. În urma acestei confruntări se hotărăște tubajul linerului sau continuarea forajului cu un număr oarecare de metri.

Trebuie amintite și cazurile cînd gaura secundară se apropie de gaura primară, ceea ce este dăunător pentru continuarea în bune condiții a forajului, pentru cimentarea linerului și înregistrarea carotajului electric. În aceste situații se recomandă facerea unui dop de ciment în gaura secundară pînă la o adîncime potrivită și reluarea forajului, de data aceasta cel puțin parțial dirijat.

Urmează tubarea linerului; aceasta este cea mai importantă operație și se va executa respectînd următoarele condiții:

1. Diametrul linerului trebuie să fie de minimum 1″, mai mic decît diametrul sapei cu care

s-a săpat sau al frezei maxime cu care s-a executat fereastra.

2. Sabotul linerului să fie făcut din fontă în formă de obuz.

3. Linerul va avea sub capul de lansare un agățător.

4. Capul de lansare în mod obișnuit are un filet stîng cu pas mare și două începuturi, iar partea de jos, care rămîne în sondă, trebuie să fie bine pîlniată, ca să nu agațe la manevre și să aibă diametrul interior egal cu diametrul linerului.

5. Este bine ca linerul să fie fără mufe, avînd grosimea peretelui de 10 mm.

6. Nu se vor pune centrori decît pe porțiunea de liner care rămîne în coloană, lungime care trebuie să fie de 40—50 m.

7. Linerul trebuie să meargă fără manevre cel mult cu circulație, deoarece rotațiile la stînga pot arma agățătorul, iar cele la dreapta să-l scoată din ghivent la capul de lansare. Dacă linerul nu merge cu circulație, nu se va insista, ci va fi extras, reluîndu-se corectarea puțului și a ferestrei, dacă este cazul.

Dacă nici după aceea linerul nu merge la adîncimea programată nu se va insista, deoarece o introducere forțată poate să-l înțepenească, deci să nu mai poată fi extras, și astfel să se compromită lucrarea.

Dacă repetat nu s-a reușit să se introducă linerul și deci orice corectare a rămas fără rezultat, se va recurge la introducerea unui liner cu diametrul mai mic, bineînțeles dacă acest lucru este posibil.

În cazul cînd nu se poate renunța la diametru se va introduce coloana întreagă avînd în cap o sapă normală egală în diametru cu cea cu care s-a săpat și corectat gaura. Coloana se introduce la nevoie cu rotație și circulație, ca în timpul corectatului, și în felul acesta se ajunge la talpă. Sonda astfel tubată se trece la cimentare, ridicînd cimentul 50—60 m mai sus de fereastră.

CIMENTAREA LINERULUI

Fie că s-a ajuns la talpă ușor sau cu manevre, cimentarea linerului se execută de preferință înecat. Sînt și cazuri cînd condițiile tehnice de frezare a cimentului în liner impun să nu se cimenteze înecat, ci să se lase în liner cît mai puțin ciment. Acest lucru este posibil dacă valva de reținere de deasupra sabotului funcționează normal. Nu trebuie însă ca linerul să se îngenunche, deoarece vor fi dificultăți ulterioare cu intervențiile la sondă.

De asemenea trebuie să se țină seama că în timpul cimentării, la ridicarea laptelui de ciment în spatele linerului, presiunea de pompare se ridică și există posibilitatea ca laptele de ciment să rupă colmatarea, să pătrundă în nisipurile cu receptivitate mare, în general cele productive și exploatate prin gaura primară, să se piardă circulația și să rămînă astfel o parte din liner necimentat. Împrejurarea aceasta echivalează cu un accident tehnic, avînd două aspecte negative :

1. Cimentarea nisipurilor productive inferioare, de unde va rezulta o dificultate mare la punerea în producție.

2. Necimentarea nisipurilor superioare, din care cauză se va înregistra o comunicație atît în spatele linerului cît și pe la capul lui, inundînd, prin interiorul linerului, straturile inferioare. Corectarea acestei cimentări nereușite este o reparație grea, mai cu seamă că linerele tubate au de obicei diametre mici, astfel că cimentările sub presiune, cu sau fără reținător, urmate de frezări de ciment, creează condiții tehnice grele. Singura operație recomandabilă în astfel de situații este cimentarea sub presiune cu injecție de lapte de ciment a capului de liner și implicit a linerului, cel puțin pînă la primul nisip cu receptivitate mare, considerat de sus în jos.

Pentru evitarea unor astfel de situații, înainte de tubarea linerului se va urmări asigurarea unei colmatări a nisipurilor cu receptivitate mare, care se poate obține folosind noroaiele speciale de care s-a amintit, ușoare și vîscoase. Înainte de tubaj, avînd sapa la puț, se va mări treptat debitul de circulație, pentru a obține presiuni cît mai apropiate de presiunea de refulare a laptelui de ciment în spatele linerului, rezultată din calcul, eventual se va strangula ușor ieșirea la prevenitor, urmărind continuu dacă nu se înregistrează pierderi de noroi. În caz că rezultatul este bun, se trece la tubarea și cimentarea linerului. Laptele de ciment va fi pregătit cu gel sau alte bentonite, fulgi de azbest, mică, în scopul de a-l face ușor, vîscos și cît mai coloidal. Pomparea se face cu debit mic, iar cantitatea laptelui de ciment trebuie să fie suficientă pentru a îneca complet linerul. Înainte de cimentare se fixează agățătorul, iar după cimentare se declanșează de la capul de lansare, se extrage cu geala, linerul rămînînd la puț agățat și înecat în ciment.

Operația aceasta se execută neapărat avînd la dispoziție un aparat de greutate în bună stare de funcționare. Au fost și cazuri cînd atît capul de lansare cît și indicatorul de greutate nu au funcționat, astfel că la extragere operatorul a extras și linerul. Complicația aceasta a anulat toată lucrarea, gaura fiind complet cimentată, urmînd a se relua resăparea. Pentru a evita astfel de situații, capul de lansare trebuie să fie verificat asupra funcționării, indicatorul de greutate la nevoie trebuie dublat. Agățătorul trebuie să funcționeze bine, pentru ca linerul să nu se îngenunche.

După cimentare sonda se lasă în pauză 24 de ore, după care se introduce la puț o sapă

ascuțită, pentru frazarea cimentului în exces deasupra capului de liner. După 48 de ore, se introduce o sapă pentru interior liner și se frezează 3—5 m în liner, se face o probă de presiune și o probă de gol, pentru verificarea etanșeității capului de liner, iar după 96 de ore priză, se trece la frezarea cimentului în liner cu o sapă ascuțită, cu colțurile rotunjite. În liner se lasă la sabot un dop de ciment de 5—10 m și se face o nouă probă de presiune. O dată aceste verificări făcute, se trece la executarea probelor de producție.

S-a arătat mai sus că sînt cazuri cînd capul de liner rămîne necimentat, iar la proba de presiune sau de gol se constată că există comunicație în spatele linerului. Accidentul acesta se repară astfel :

1. Se lasă un dop de ciment în liner 3—5 m sub capul lui.

2. Se fixează țevile de extracție la 3—2 m deasupra capului de liner și se pompează prin țevi lapte de ciment fluid, $D = 1{,}6$, iar cînd s-a ajuns cu vîrful de lapte de ciment la capul țevilor se închide sonda și se injectează cu presiunea maximă admisă de coloană cît mai mult lapte de ciment.

3. Se spală cu circulație inversă plusul de ciment, eventual după o retragere de 8—10 m.

4. Dacă presiunea rezultată la proba de receptivitate este mare, se va fixa un reținător în coloană la 2—3 m mai sus de capul linerului, și după cimentare se va freza. După deschiderea capului de liner prin frezarea cimentului și a reținătorului, se vor face probele de presiune și de golire, așa cum s-a arătat. Astfel, resăparea este terminată și sonda poate trece în probe de producție.

C.Z. 662.69 : 621.643

Tehnica construirii conductelor magistrale de gaze în R.P.R.

Ing. I. TUDOSE

Directivele Congresului al III-lea al P.M.R. prevăd o mărire a producției de gaz metan de la 5,78 miliarde m³ în 1959 la 13,3 miliarde m³ în 1965, adică o creștere de 2,3 ori. Utilizarea cu precădere a gazului metan atît ca materie primă cît și drept combustibil în principalele ramuri industriale ale economiei naționale, cum sînt siderurgia, energia electrică, industria chimică, fabricarea cimentului etc., răspîndite pe întreg cuprinsul țării noastre, a determinat dezvoltarea continuă a construcției de conducte pentru transportul gazelor.

În mod corespunzător cu creșterea producției de gaz metan, directivele Congresului al III-lea prevăd în cadrul planului de șase ani construirea de conducte magistrale pentru transportul gazelor, astfel încît rețeaua acestora va totaliza în 1965 4 000 km, dintre care 1 450 km se vor realiza numai în anii șesenalului.

În trecut, producția de gaze la noi nu-și găsea decît o utilizare locală, nerațională, rețeaua de conducte magistrale pentru transportul gazelor fiind în întregime o realizare a regimului democrat-popular.

Prima conductă magistrală de gaz metan de mai mare anvergură proiectată pentru alimentarea cu combustibil a orașului București, cel mai mare consumator al țării, este conducta Botorca — București, destinată să aducă în capitală gaz metan din Ardeal. Lucrarea a fost începută în anul 1942 și s-a terminat în 1947.

Ulterior, în anii puterii democrat-populare, s-a realizat rețeaua de conducte magistrale de transportat gaze care pleacă din Ardeal și alimentează principalele centre industriale ale țării, formînd rețeaua națională de gaz metan.

Dintre principalele realizări sînt de menționat : conducta de transportat gaz metan Moldova, conducta de transportat gaz metan Vest, conducta de transportat gaz metan Nord, conducta de transportat gaze Onești—Brăila și altele.

În ceea ce privește utilizarea gazelor de sondă (țiței), bogăție risipită în trecut, aceasta s-a rezolvat în principal prin construirea conductei magistrale subcarpatice Țicleni—București care colectează gazele din toate schelele petroliere din Oltenia și Muntenia, precum și a conductei Țicleni—Paroșeni care transportă gazul de sondă de la Țicleni, peste munții Vulcan, la 1 500 m altitudine, la termocentrala Paroșeni.

Gazele de sondă din celelalte schele, produse peste necesarul consumului propriu, se colectează de asemenea la rețeaua națională de gaze, în regiunile respective, astfel încît prevederea Directivelor Congresului al III-lea al P.M.R. de a fi utilizate 95% din producția totală să se realizeze înainte de termen.

În continuare se prevăd dezvoltarea rețelei de conducte magistrale, precum și creșterea capacității de transport a sistemului existent, fie prin construirea de stații de compresoare corespunzătoare, fie prin dublarea unor conducte în exploatare, dictate de obținerea unor rezultate optime din punct de vedere economic.

Realizarea acestui impresionant volum de investiții se înfăptuiește pe baza unor studii și lucrări de proiectare și construcții, avînd la bază tehnica cea mai înaintată, adaptată din punct de vedere economic la specificul țării noastre.

Referatele prezentate și discuțiile purtate cu ocazia Seminarului experților din Comitetul pentru gaze C.E.E.—O.N.U. pe tema „Proiectarea și construirea conductelor de gaze magistrale", organizat de Glavgaz—U.R.S.S. la Moscova între 24 și 26.V.1962, precum și vizitarea în U.R.S.S. a unor obiective și instituții (stațiile de compresoare cu piston și stațiile centrifugale de la Sciokino, pe magistrala Saratov—Moscova, uzinele de turbine de gaz și compresoare centrifugale „Nevski" din Leningrad, Expoziția de realizări ale economiei naționale a U.R.S.S. din Moscova, institutele „Ukghiprogaz" din Kiev, „Ghprospetgaz" din Leningrad, Direcția de conducte magistrale din Moscova) au permis să se vadă nivelul tehnic la care se găsește construcția de conducte magistrale la noi, față de nivelul tehnicii mondiale.

Referatele prezentate de specialiștii sovietici cuprind cele mai noi rezultate teoretice și practice în problemele de proiectare și construcție a conductelor de gaze. Ele s-au bucurat de aprecierea tuturor participanților la lucrările seminarului, care în același timp au trecut în revistă și realizările obținute în diferite țări ale Europei.

În cele ce urmează, alături de unele realizări obținute la noi în țară în domeniul construirii conductelor, vor fi arătate și unele rezultate din tehnica mondială.

*

— Proiectarea și construirea conductelor pentru transportul gazelor se realizează la noi, ca și în străinătate, pe baza unor dispoziții normative care țin seama de condițiile economice și geografice specifice. Ele sînt revizuite periodic pentru a ține pasul cu progresele tehnologice, procedeele de fabricație ale țevilor etc.

Recent s-a aprobat aplicarea în cadrul M.I.P.C. a „Normativului provizoriu pentru execuția și recepția conductelor", elaborat de Institutul de proiectări schele—Ploiești, care fixează destul de detaliat condițiile tehnice în care trebuie să se execute lucrările de proiectare, construire și recepție a conductelor pentru transportul gazelor, țițeiului și produselor petroliere, ilustrînd totodată în linii mari nivelul tehnic atins în acest domeniu.

— Definind regulile referitoare la securitatea transportului pe conducte, normativul, după ce stabilește noțiunile de bază, face o clasificare a conductelor după mai multe criterii, dintre care cea mai importantă este aceea în raport cu caracterul traseului, cu cerințele de lucru și cu securitatea în exploatare, trecînd apoi la alegerea traseului ținîndu-se seama de considerentele tehnice și economice care trebuie să stea la baza proiectării. În continuare se analizează principalele însușiri ale materialelor de bază care intervin în construcția conductelor (țeavă, armături, materiale pentru izolație anticorosivă etc.), subliniindu-se obligativitatea respectării stasurilor și normelor de fabricație în vigoare.

Trebuie subliniat faptul că se prevede folosirea țevilor cu pereți subțiri, fabricate prin vălțuire la rece și sudură elicoidală, tehnologie nouă de fabricare a țevilor de diametre mari, introdusă și la noi în țară în ultima vreme În ceea ce privește materialul de izolație anticorosivă, deși nu s-au înregistrat progrese apreciabile, se manifestă totuși tendința studierii și fabricării unor materiale noi eficiente (mastic de bitum cu cauciuc, emailuri, benzi din materiale plastice).

Paralel cu introducerea tehnologiei de execuție avansate pentru sudare, protecție anticorosivă, lansare în șanț, suflare și probare a conductelor, se manifestă mai puternic necesitatea folosirii tehnicii moderne la : automatizarea sudurii prin folosirea mașinilor de sudat electric sub strat de flux, mecanizarea lucrărilor de pămînt (nivelarea traseului, defrișări, săparea și astuparea șanțurilor), mecanizarea operațiilor de curățare și izolare în fir sau în stații a conductei, utilizarea protecției catodice, folosirea automacaralelor (pe pneuri sau pe

şenile) pentru manipularea şi lansarea în şanţ a conductei etc.

În acelaşi timp se prevăd măsurile ce trebuie îndeplinite pentru asigurarea calităţii corespunzătoare şi securităţii lucrării, stabilindu-se cifre de control, condiţii de probă, forme geometrice obligatorii, astfel: probele mecanice, fizice şi vizuale impuse sudurii şi sudorilor, verificarea învelişurilor anticorosive ca grosime, continuitate, aderenţă şi, mai ales, probele de rezistenţă şi etanşeitate cu aer sau apă a conductei înainte de a fi dată în exploatare.

Se arată de asemenea şi dispozitivele sau aparatele de măsură folosite, precum şi precizarea stasurilor sau normativelor pentru materiale şi tehnologii de execuţie [1].

În partea finală se tratează despre recepţia conductelor executate şi despre probele de funcţionare în conformitate cu „Regulamentul privind recepţionarea lucrărilor de construcţii — montaje".

Avînd în vedere rolul important pe care-l are acest normativ în sensul măririi siguranţei de exploatare a conductelor magistrale, trebuie spus că el tratează incomplet două dintre problemele de bază, şi anume: amplasarea conductelor faţă de construcţii, clădiri, drumuri etc., prin stabilirea de distanţe precise în funcţie de diametrul şi presiunea de transport în conductă, precum şi limitarea valorii de solicitare a conductei sub efectul presiunii fluidului la calculul de rezistenţă a acesteia, ţinînd seamă de apropierea zonelor locuite, a şoselelor, a căilor ferate etc. Pentru completarea acestor lipsuri, precum şi pentru îmbunătăţirea normativului, acesta fiind de fapt provizoriu, proiectul de „Regulament unificat pentru proiectarea şi construirea conductelor magistrale de gaze", prezentat de Glavgaz — U.R.S.S. la Seminarul de la Moscova, poate constitui un bun material documentar. La baza acestuia stă „Regulamentul de proiectare şi construcţie a conductelor magistrale de gaze" utilizat în U.R.S.S. Pentru adaptarea la condiţiile ţărilor cu populaţie densă, unde este imposibil să se delimiteze zonele nepericuloase pentru trecerea conductelor cerute de regulamentul sovietic, s-au folosit regulamentul tehnic american V.Z.I.8 — 1958, „Conducte de gaze magistrale şi de distribuţie" şi unele materiale ale Comisiei Economice Europene de Gaz de pe lîngă O.N.U. De altfel, proiectul de regulament unificat a şi fost recomandat la Moscova ca o bază pentru elaborarea unor regulamente de stat sau a unor reguli tehnice şi instrucţiuni locale în domeniul construcţiei, probării şi recepţiei conductelor magistrale de gaze în ţările europene.

În problemele care ne interesează şi pe care le-am amintit, proiectul de regulament prevede distanţele minime admisibile de la axa conductei magistrale îngropate pînă la diferite clădiri, construcţii şi drumuri în raport cu gradul de pericol posibil (tabela 1).

Tabela 1

Gradul de pericol al construcţiilor şi drumurilor	Conducte de gaze de presiune joasă cu diametrul interior		Conducte de gaze de presiune înaltă cu diametrul interior			
	până la 300 mm inclusiv	peste 300 mm	până la 300 mm inclusiv	peste 300 mm până la 500 mm inclusiv	peste 500 mm până la 800 mm inclusiv	peste 800 mm
	Distanţele minime de la axa conductei subterane până la construcţii, clădiri şi drumuri în m					
Gradul I	75	125	100	150	200	250
Gradul II	60	100	75	125	150	200
Gradul III	30	50	30	50	100	150

Gradul de pericol se stabileşte în raport cu cantitatea şi caracterul construcţiilor, astfel: gradul I — clădiri publice, şcoli, spitale, staţii C.F.R., autobaze, aeroporturi etc.; gradul II — şosele şi căi ferate naţionale, staţii de compresoare; gradul III — construcţii izolate, drumuri şi căi ferate secundare.

Micşorarea distanţelor (tabela 2), impusă de condiţiile geografice sau economice, se face prin mărirea grosimii peretelui ţevii, deci prin reducerea valorii de solicitare a materialului.

Tabela 2

Mărimea distanţei între conducte şi clădiri şi construcţii în raport cu cerinţele din tabela 1,%	Gradul pericolului posibil		
	I	II	III
	Coeficienţii măririi grosimii peretelui ţevii		
100	1,0	1,0	1,0
70	1,3	1,2	1,2
50	1,5	1,4	1,3
25	1,75	1,6	1,5

Grosimea peretelui ţevii conductei îngropate se determină pornind de la valoarea limitei de rezistenţă a oţelului, de la valoarea presiunii interioare şi luînd în considerare condiţiile de lucru. Avînd în vedere cantităţile mari de oţel pe care le necesită construcţiile de conducte magistrale, trebuie să se acorde cea mai mare atenţie calculului rezistenţei conductelor, care condiţionează în cel mai înalt grad consumul de metal şi trebuie să asigure în acelaşi timp siguranţă în funcţionare.

Organizaţiile noastre de proiectare folosesc pentru aceasta formula dată de „Normativul pentru dimensionarea la presiune interioară a conductelor din industria petrolieră".

I.P.S. — Ploieşti a elaborat şi sînt în curs de avizare noi formule de calcul atît pentru rezistenţa conductelor cît şi pentru scurgerea fluidelor în conducte. În cursul lucrărilor de la Moscova, aceste probleme au fost prezentate în cadrul referatelor ţinute de către specialiştii sovietici şi considerăm că este bine să se ţină

seamă de aceste lucrări la definitivarea formulelor menționate.

„Calculul rezistenței conductelor magistrale de gaze în U.R.S.S.", prezentat de prof. V.S. Turkin, se bazează pe metoda de calcul după stările-limită pentru construcții, plecînd de la rezistența de rupere a metalului. Pînă în anul 1962, calculul rezistenței conductelor în U.R.S.S. s-a făcut considerîndu-se drept criteriu limita de curgere a metalului, deși în mod practic conductele se distrug atunci cînd în metalul țevii apar tensiuni egale cu limita de rupere. Din acest motiv, posibilitatea de solicitare a conductelor calculată nu a fost confirmată întocmai de experimentările practice. Astfel, rezistența conductelor din oțeluri cu aceleași valori pentru rezistența de rupere, însă cu valori diferite pentru limitele de curgere s-a apreciat diferit (mai mare în cazul conductei cu limite de curgere mai mari), deși, în mod practic, la oțeluri cu aceeași limită de rupere și proprietăți plastice asemănătoare presiunea interioară maximă ce poate fi suportată de conductă este aceeași.

Plecînd de la limita de curgere ca bază de calcul, a apărut tendința de mărire pe orice cale a acesteia, și în special prin expandarea ulterioară a țevilor. Întinderea metalului cu 2,2—2,5% a dus la o creștere a limitei de curgere cu 15—20%, deși rezistența conductelor n-a crescut, creîndu-se o viziune falsă asupra rezistenței țevilor.

Studiile teoretice și experimentale au dovedit clar că fără a contribui la sporirea capacității de transport a țevilor, expandarea la rece are ca urmare reducerea plasticității acestora.

Rezultatele experiențelor au arătat că ruperea țevilor datorită presiunii interioare se face la tensiuni egale cu rezistența la rupere a oțelului. Toate țevile executate prin vălțuire fără expandare s-au distrus la presiuni corespunzătoare limitei de rupere a oțelului. Țevile care s-au format în prese cu deformare plastică a materialului și întinderea lui cu 1,6—2,2% s-au distrus la tensiuni cu 9—16% mai mici decît rezistența la rupere a oțelului.

În concluzie, experimentările au dovedit că limita de curgere nu determină rezistența la solicitare a țevilor, iar ecruisarea metalului la fabricarea țevilor diminuează siguranța în exploatare.

Prin utilizarea țevilor expandate (în decurs de cinci ani) în U.R.S.S. au avut loc unele ruperi casante ale conductelor.

Datorită acestui fapt, în U.R.S.S. s-au revăzut normele de calcul al conductelor magistrale avînd la baza calculului nu limita de curgere a oțelului, ci rezistența lui la rupere. Se indică preocuparea pentru obținerea unor oțeluri cu proprietăți plastice mai bune și cu limite de rezistență mai mari.

În țara noastră, la conductele magistrale de gaze se folosesc țevi laminate fără sudură, de diametre pînă la 400 mm, din oțel carbon cu limita de rupere maximă de 55 kg/mm² și alungirea sub 20%, conform STAS 2881—51, iar pentru diametre de la 400 mm în sus — țevi sudate elicoidal din oțeluri importate, cu limita de rupere de 42—52 kg/mm² și alungirea peste 20%, ambele categorii fiind fabricate în țară (Fabrica de țevi — Roman).

Cifrele de mai sus ilustrează tendința de a se produce și a se folosi țeavă care să asigure o funcționare sigură a conductelor (rezistențe și proprietăți plastice superioare), dacă se mai ține seama și de faptul că pentru țevile sudate se prevede rezistența în zona sudurii de minimum 3,5 kgm/cm² — pe eprubetă tip Mesnager alegîndu-se ca raport :

$$\frac{E}{R} < 0{,}8$$

unde :

E este limita de elasticitate ;
R — rezistența la rupere.

Acest lucru a fost posibil în special prin colaborarea dintre constructorul de conducte magistrale și fabricile de țevi din Roman și București, în vederea stabilirii în comun a calității lor.

Pentru determinarea grosimii pereților țevii, factorul de bază este presiunea interioară. Ținînd seamă de cele expuse mai sus, în U.R.S.S. calculul conductelor se face la stările-limită plecînd de la rezistența la rupere a metalului țevilor gata executate, după formula :

$$\delta = \frac{P D_e}{2\left(\sigma_r \frac{k m_1 m_2}{n} + P\right)},$$

în care :

δ este grosimea pereților țevii în cm ;
P — presiunea de regim a conductei în kg/cm² ;
n — coeficientul de suprasarcină = 1,15 ;
D_e — diametrul exterior al țevii în cm ;
σ_r — limita de rupere a oțelului în kg/cm² ;
k — coeficientul de omogenitate a oțelului = 0,8 ;
m_1 — coeficientul condițiilor de lucru al materialului țevii = 0,8 ;
m_2 — coeficientul condițiilor de lucru al conductei în teren = 0,75—0,9.

Referatul menționat dă de asemenea date prețioase pentru proiectanți în ceea ce privește calculul porțiunilor de conducte amplasate sub apă, precum și calculul conductelor aeriene.

În ceea ce privește calculul celorlalți parametri ai conductelor, în referatele specialiștilor sovietici : „Metodologia calculului hidraulic al

conductelor magistrale de gaze şi al sistemelor lor" şi „Determinarea parametrilor optimi ai celor mai economice conducte de gaze" se prezintă soluţii avansate din punct de vedere tehnic şi economic, tratînd probleme cum sînt : calculul curgerii nestaţionare a gazului în conducte, rezolvarea ecuaţiilor liniare de scurgere făcîndu-se prin calculul analogic, electronic, calculul valorilor optime ale parametrilor conductei, care duc la indicii economici cei mai favorabili în transportul gazelor, adică asigură cele mai mici cheltuieli pentru construcţia şi exploatarea conductei. În „Soluţii tehnice adoptate în U.R.S.S. la proiectarea şi construirea conductelor magistrale de transportat gaze" de B. Barabaş se cuprind rezultatele studiilor „Ukrghiprospetgaz" privind metodica de determinare a parametrilor optimi ai conductelor magistrale de gaze (diametrul conductei, staţii de compresoare etc.), pornind de la cheltuieli minime de investiţii şi exploatare pentru o perioadă de opt ani. Concluziile acestor studii arată că direcţia dezvoltării tehnicii în materie de construcţie a conductelor de transportat gaze cu indici economici superiori se realizează prin utilizarea de conducte de diametru mare (1 000—1 200 — 1 400 mm). Avantajele acestei căi se văd în tabela 3.

Tabela 3

Coeficienţi specifici	Diametre, mm						
	300	500	700	800	1 000	1 200	1 400
Metal utilizat	1,0	0,43	0,22	0,19	0,18	0,15	0,12
Investiţii capitale	1,0	0,64	0,31	0,27	0,25	0,23	0,17
Cheltuieli de exploatare	1,0	0,54	0,23	0,21	0,20	0,19	0,14
Capacităţi de transport	1,0	3,5	10,4	15,0	23,2	35,0	58,2

De subliniat că această concluzie este valabilă pentru toate ţările şi nu depinde de situaţia preţurilor ţevilor.

Presiunile de lucru economice în conductele de gaze pot varia în funcţie de preţul ţevilor (variaţia preţului în funcţie de grosimea peretelui, de proprietăţile mecanice etc.). În U.R.S.S. presiunile de regim economice în conducte sînt de 45—64 kg/cm². Mai economic ar fi să se utilizeze ţevi cu grosimi de perete mai mici. În orice caz se prevede o astfel de presiune de regim în conducte care asigură folosirea deplină a capacităţii de transport a ţevilor utilizate. Uzinelor le revine sarcina de a produce ţevi cu proprietăţi mecanice de rezistenţă şi alungire superioare la preţuri apropiate de cele actuale.

*

Realizarea programului prevăzut în planul de şase ani pune în faţa constructorilor noştri de conducte magistrale de gaze sarcini mari, care se pot îndeplini numai prin introducerea tehnicii noi, în vederea măririi vitezei de lucru şi micşorării preţului de cost al lucrărilor.

Acest lucru este posibil prin existenţa unei întreprinderi specializate în construcţia conductelor, organizată să execute întregul volum de lucrări, ca antreprenor principal. Întreprinderi de specialitate din cadrul aceleiaşi direcţii generale execută traversările de rîuri mari şi lucrările de protecţie catodică a conductelor.

La montajul conductelor se pretează foarte bine şi se aplică cu succes execuţia operaţiilor în fir, în ordinea tehnologică a lor, de către brigăzi mecanizate, începînd cu pregătirea traseului şi terminînd cu astuparea şanţului şi probarea conductei.

Asigurarea materialelor şi utilajelor se face prin baze organizate corespunzător cu sarcinile de plan şi în funcţie de specificul acestor lucrări, aceste baze aparţinînd aceleiaşi direcţii generale.

În faza de execuţie, o atenţie deosebită se dă mecanizării lucrărilor de construcţie şi montaj al conductelor magistrale. Datorită acestui fapt este necesară dotarea şantierelor cu utilaje din ce în ce mai multe şi mai variate.

Datorită înzestrării şantierelor cu maşini speciale, în anul 1961 gradul de mecanizare a diferitelor operaţii a fost : la săparea şanţului de 65 % ; la curăţarea şi izolarea conductei de 95 %, iar la sudarea automată de aproape 20 %.

În descrierea, mai departe, a principalelor procese tehnologice se reflectă aceste tendinţe.

PREGĂTIREA TRASEULUI ŞI SĂPAREA ŞANŢULUI CONDUCTELOR

Lucrările de pregătire a traseului capătă o importanţă deosebită în cazul terenurilor accidentate, împădurite, stîncoase, fugitive etc., fiind necesare defrişări, nivelări, consolidări, drumuri de acces. Pentru toate aceste lucrări se folosesc utilaje adecvate : defrişatoare, buldozere, excavatoare cu cupă etc., care creează pista pentru transportul şi înşirarea ţevii pe traseu şi săparea şanţului.

Pentru săparea şanţului se folosesc excavatoare speciale de diferite tipuri, după dimensiunile conductelor şi, deci, ale şanţului : ETN—171 pentru şanţuri de 0,5 × 1,8 m, productivitate 47—196 m³/h ; ETU—353 pentru şanţuri de 0,65 × 1,85 m, productivitate 220 m³/h ; ER 4 rotativ pentru şanţuri pînă la 1,1 m lăţime şi 1,8 m adîncime. Organul de lucru al excavatorului este fie o elindă cu cupe (ETN—171), fie un rotor prevăzut cu cupe şi dinţi pentru tăiat, pe cadrul unui tractor cu şenile de tipul S-80 sau S-100. Cu ajutorul unui transportor cu bandă, pămîntul dislocat este depozitat la marginea şanţului. Productivitatea

maximă a unui astfel de excavator (ER 4) este de 300 m^3/h și satisface viteza de înaintare a unei brigăzi complexe de montaj. Acest excavator, existent în dotația șantierelor noastre, dă cele mai bune rezultate la montajul conductelor de diametrele cele mai obișnuite : 419 și 529 mm.

Pentru terenuri nisipoase sau cu nivel ridicat al apelor freatice, se întrebuințează excavatoarele cu cupă de tipul E-352, E-505, cu capacitatea cupei de 0,35 m^3, respectiv 0,5 m^3, cu presiunea specifică pe sol de 0,2 kg/cm^2.

Astuparea șanțului după pozarea conductei se face cu buldozere (tip S-80 sau S-100) cu lamă dreaptă, sau, mai bine, înclinată. Se mai folosesc de asemenea dispozitive cu lopată, montate pe macara lansatoare tip TL 3, realizate în cadrul I.M.C.M.-Brașov.

În terenuri stîncoase se folosesc metode și personal minier specializat pentru săparea șanțului cu explozivi și găurire pneumatică, operații mai anevoioase, care trebuie executate din vreme, pentru a nu frîna viteza de montaj al conductei.

SUDAREA CONDUCTELOR

La construcția conductelor se folosesc diferite metode de sudură.

Țevile cu diametre mari (529 mm și mai mari) se sudează în „pași" din două bucăți în stații speciale de sudură. Acestea se amplasează fie la gările de destinație pentru transportul țevilor, fie la distanțe de 30—40 km pe traseu.

Preasamblarea țevilor în „dubli" oferă posibilitatea automatizării sudurii cu procedeul obișnuit, folosind automatul de sudură sub strat de flux, care asigură o productivitate a muncii de 5—6 ori mai mare decît în cazul sudurii manuale cu electrod învelit, precum și o îmbunătățire a calității acesteia.

Instalația mecanică de preasamblaj cuprinde : *1*) căi de rulare a țevilor de la primirea din vagon la stația de centrare ; *2*) suport de centrare și sudură exterioară cu arc sub strat de flux ; *3*) căi de rulare și rampă de depozitare ; *4*) agregat de curent de 600 A, 50 V — pentru alimentarea capului de sudură automată. Rotirea țevilor sub capul de sudură se face cu ajutorul unui dispozitiv de transmisie mișcat de un electromotor, sincronizat cu mișcarea sîrmei de sudură. Sudura se execută prin alinierea perfectă a capetelor țevilor pe un niplu de oțel interior de 40 × 3 mm în trei straturi, pentru țevi cu grosimea de perete de 7—8 mm, diametrul sîrmei de sudură fiind de 2,5—3 mm și viteza de sudare de circa 0,5 m/min. Înainte de sudare, expandarea eventualelor teșituri ale capetelor țevilor se face cu ajutorul unor dispozitive simple de presare din interior, la centrarea capetelor țevilor pentru obținerea alinierii anexelor lor folosindu-se un inel centrator.

Deși sudarea țevilor în „pași" în stații reprezintă avantaje din punctul de vedere al calității, al costului și al duratei de execuție, în general nu este rentabilă decît la țevi de la 20″ în sus. De asemenea nu se poate aplica acolo unde camioanele cu remorci lungi nu pot circula.

De aceea, în ultimii doi ani s-a introdus automatul de sudură pe traseul conductelor cu ajutorul unei instalații mobile, remorcată și susținută de o macara cu săgeată, reușindu-se să se extindă gradul de automatizare a sudurii conductelor magistrale.

În lungul traseului se execută astfel tronsoane din 4—5 țevi prin rotire pe un aliniament de role, capul de sudură fixîndu-se în dreptul fiecărei suduri printr-un dispozitiv purtat de macaraua cu săgeată. Sudura automată în stație și pe traseu a fost utilizată cu succes pe țevi din oțel MK-U.R.S.S., cu diametrul de 529″, cu 7 și 8 mm grosime.

Tronsoanele (pașii) executate în stații sau pe traseu se sudează în fir, manual, prin sudură cu arc electric, utilizîndu-se electrozi înveliți și agregate de curent de tip romînesc — 350 A, 50 V.

În prezent se experimentează agregatul semiautomat de sudură în atmosferă de CO_2, procedeu utilizat cu succes pe șantierele de montaj conducte din U.R.S.S., și care, cu siguranță, în anii viitori va găsi o largă utilizare și la noi, ca o metodă de mare productivitate, utilizată și la sudarea țevilor în repaus.

La descrierea metodelor de lucru de mare productivitate trebuie adaugată tendința de a se fabrica țevi de lungimi cît mai mari, 14—16 m, fapt care duce în mod evident la scurtarea duratei de execuție a lucrărilor.

Controlul calității sudurilor se face vizual, prin probe mecanice și, mai ales în ultima vreme, prin metode fizice nedistructive (cu raze γ și X).

Examenul vizual ce se face de către sudorul-șef și diriginte evită îngenuncheri ale îmbinării, canale, supraîngroșări sau insuficiențe ale cordonului finit.

Probele mecanice se realizează prin epruvete, conform STAS 5540—57, luate din îmbinări executate de fiecare sudor și într-un procent stabilit din numărul total.

Controlul nedistructiv al sudurilor se realizează obișnuit prin metodele gamagrafice și radiografice aplicate în condițiile prevăzute de „Normativul pentru montajul și recepția conductelor". Sursa de emisie poate fi dispusă interior sau exterior conductei. Avantajoasă este dispoziția interioară, care reduce timpul de lucru de opt ori și prețul de cost la 50%.

Controlul sudurilor de avansare se face utilizînd dispozitivul din interior cu o sursă de iridiu sau cesiu într-un conteiner manipulat cu ajutorul unui troliu cu cablu sau printr-un cărucior autopropulsat. Controlul sudurilor de

racord se face prin radiografiere exterioară cu un generator de raze X, deoarece intensitățile emise sînt mult mai ridicate și permit timpi de expunere sensibil mai scăzuți. Materialul de emisie, în primul caz, mai frecvent este o sursă de 35 Curie de iridiu 192, cu conteinerul respectiv dispus într-un suport-cărucior, iar în al doilea caz — un generator de raze X autoredresor, de 160 kV, 5 mA.

Utilizarea lor se face în autoutilitare special amenajate în conformitate cu prescripțiile Institutului de fizică atomică pentru utilizarea izotopilor radioactivi. Interpretarea clișeelor se face prin comparare cu desene, care cuprind dimensiunile maxime ale defectelor admisibile, conform „Normativului pentru interpretarea radiografiilor sudurilor de conducte" elaborat de DGCMSRUP-M.I.P.C.

IZOLAȚIA ANTICOROSIVĂ A CONDUCTELOR

Curățarea și înfășurarea conductelor pentru protejare contra coroziunii solului se fac după „Normativul pentru protecția prin izolare a conductelor îngropate" elaborat de I.P.S.-Ploiești, pentru toate categoriile de izolație (normală, întărită etc.).

În funcție de natura reliefului prin care trec conductele și de dotație, în prezent izolația se face în stații fixe sau direct pe traseu, în fir. În primul caz izolația se face în general în aceleași stații în care se execută „dubli" prin sudură automată ; stația cuprinde căile de rulare pentru țevi, mașina de curățat prevăzută cu rașchete și perii circulare, instalația de execuție a izolației prin rotirea țevilor deasupra unei habe în care curge bitumenul încălzit într-un cuptor-topitor la 200°C. Căutînd să se mecanizeze cît mai mult operațiile în stație, în cadrul I.M.C.M.-Brașov s-a construit și s-a experimentat în acest an o instalație aproape complet mecanizată.

Deși calitatea izolației executate în stații este superioară, în terenuri mai puțin accidentate și pentru a preveni degradarea în timpul transportului și manevrelor se practică cu succes procedeul de izolație a conductelor pe traseu, în fir. Atît curățarea conductei cît și înfășurarea cu mastic bituminos și benzi protectoare se fac cu mașini autopropulsate montate pe conductă, avînd productivitatea de peste 600 m pe schimb. Operațiile de curățare și izolare se fac cu conducta suspendată în macara deasupra șanțului, evitîndu-se manevre care ar degrada stratul protector.

În mod obișnuit se utilizează ca material de izolație citomul (soluție de bitumen de petrol în benzină), peste care se înfășoară un strat de peste 3 mm mastic bituminos, iar la suprafață, hîrtie kraft. În ultimul timp, hîrtia s-a eliminat datorită faptului că tăia bitumul și s-a înlocuit parțial cu un strat de var antisolar.

Masticul bituminos se prepară pe traseu în stații utilate cu cazane de topit bitum și este transportat la mașinile de izolat cu autogudronatoare prevăzute cu instalație de încălzire, pentru menținerea temperaturii bitumenului. Sînt în curs de experimentare benzi rezistente, dintr-un amestec de bitumen și cauciuc (banda Bica), și benzi din PCV.

În medii agresive se aplică izolația întărită din două sau trei straturi de bitumen de 3 mm, armate cu pînză de sticlă ancolată în vinacet. Este necesar ca cercetătorii și uzinele producătoare să rezolve mai repede fabricarea benzii izolatoare de rezistență, problemă rămasă deficitară.

Deși aproape complet mecanizată, izolația pe traseu devine greoaie pe timp ploios și pe zăpadă, cînd adeseori lucrările trebuie întrerupte. Aceasta a făcut ca izolația în stații fixe să cîștige din ce în ce mai mult teren. De asemenea, la insistențele constructorului, fabricile de țevi au început să organizeze izolația țevilor, reușind să realizeze în cea mai mare parte stratul de citom în uzine.

Se prevede ca, în viitor, pe baza experimentărilor făcute de către Institutele de cercetare, izolarea țevilor să se facă în întregime în uzinele de fabricat țevi, folosindu-se emailuri sau alți compuși chimici.

Continuitatea izolației este controlată cu ajutorul unor aparate electrice detectoare de defecte, „Izotest" și „Tranzotest", pentru controlul la sol, respectiv cu conducta îngropată.

În orice caz, prevenirea coroziunii la conductele magistrale este completată prin protecția catodică, cu ajutorul stațiilor de injecție de curent sau cu anozi de sacrificiu.

LUCRĂRILE DE MONTAJ

Montajul propriu-zis începe cînd sînt asigurate condițiile execuției fără întreruperea complexului de operații de montaj : traseul pregătit cu drumuri de acces și nivelmente, țeava înșirată pe traseu în cantități suficiente, sudorii verificați, utilajele verificate și probate etc.

Lucrările de montaj se execută în fir după metoda lucrului în lanț, folosind un eșalon compus din următoarele echipe specializate de lucru : *1*) echipa de transportat țeavă și materiale auxiliare pe traseu, *2*) echipa de sudură cu aparatura respectivă, *3*) echipe mecanizate pentru lucrările de săpat șanțuri, curbat, curățat, izolat și lansat conductă.

Țevile sînt transportate pe traseu cu autocamioane sau remorci trase de tractoare rutiere și pe șenile (UTOS sau S-80, S-100), în funcție de starea drumurilor, sînt înșirate de-a lungul traseului și sînt sudate. Țevile sînt gata izolate, atunci cînd izolarea se face în stații fixe, sau neizolate. După sudarea conductei în fir și controlul defectoscopic al sudurilor, se sapă șanțul

şi, în funcţie de accidentele de traseu sau schimbările de direcţie, se face curbarea ţevilor. În prezent, curbarea ţevilor se face la cald la temperaturi de 900—1 000°C, obţinîndu-se cute de 3—1° şi raze de curbură de peste 3 ori diametrul ţevii.

Deşi execuţia acestor curbe se face după o tehnologie bine stabilită, din cauza lipsei de control asupra temperaturii de încălzire, compoziţiei flăcării etc., în momentul de faţă se experimentează curbarea ţevilor la rece cu maşina hidraulică de îndoit ţevi, care se foloseşte curent în U.R.S.S.

Urmează apoi curăţarea la luciu metalic şi izolaţia conductei mecanizat, în cazul cînd aceste operaţii nu sînt deja executate în staţii, controlul izolaţiei şi lansarea în şanţ a conductei cu ajutorul macaralelor lansatoare TL3.

Sînt de remarcat gradul înalt de mecanizare complexă a acestor lucrări, care la unele conducte a depăşit 80 %, precum şi ritmul operaţiilor, care trebuie astfel reglat încît eşalonul să meargă continuu, iar capul şi coada acestuia să fie cît mai apropiate.

Viteza de înaintare o hotărăşte echipa de sudare, care trebuie să fie bine organizată şi utilată (ţevile aşezate corect cap la cap, numărul sudorilor bine ales, tehnologia avansată de sudare etc.). Se pot obţine astfel viteze maxime de lucru zilnice de peste 1 km.

Materialul eşalonului se mişcă pe traseu cu vehicule prevăzute cu adăposturi improvizate, în ritmul avansării operaţiilor.

Întregirile tronsoanelor de conductă sudate în fir se fac în sectoare de 15—20 km, care se supun probelor reglementare de rezistenţă şi etanşeitate, după care se trece la astuparea şanţului.

În ultimul timp, o atenţie deosebită se acordă operaţiei de curăţare în interior a conductelor de gaze, înainte de darea lor în exploatare.

Curăţarea se face prin suflare cu aer pe sectoare de conductă de 10—20 km, pentru antrenarea şi evacuarea printr-o curbă de refulare a corpurilor solide şi lichide ce zac în interiorul conductei. Rezultatele sînt mai bune cînd evacuarea corpurilor străine din conductă se face cu ajutorul unui piston prevăzut cu garnituri de cauciuc şi perii de sîrmă, mişcat pe porţiuni de conductă de 10—15 km, cu presiune de aer de cîteva atmosfere (4—6 atm).

De reţinut că în afara ansamblului eşalonului de montaj rămîn o serie de lucrări şi amenajări ce se fac cu echipe care vin din urmă : remanieri de terasamente, drumuri, racordări de puncte speciale etc.

TRAVERSĂRI

Obstacolele naturale şi artificiale pe traseele conductelor necesită lucrări speciale de construcţii, şi anume : traversări.

Traversările de căi ferate şi şosele se execută subteran prin metoda împingerii la diametre mici, sau prin săpare la diametre mari, folosindu-se maşina de săpat orizontal.

În privinţa traversărilor de rîuri, lacuri, văi etc., acestea sînt, în general, de două tipuri : subterane şi aeriene. Diversitatea condiţiilor face imposibilă stabilirea de reguli precise pentru alegerea soluţiei tehnice, cu atît mai mult cu cît trebuie să se ţină seama şi de costul lucrării.

Traversările subterane se execută pe baza studiilor geografice, geologice, hidrologice, condiţiilor de navigaţie etc. asupra zonei de traversat.

Cele mai grele operaţii sînt de săpare a canalului în care se îngroapă conducta sub albia rîului şi de lansare a conductei în acest canal.

Operaţiile de terasament sub apă necesită un volum mare de material extras şi un control atent prin sondaje al profilului săpăturii pentru a corespunde cu cel din proiect. Săparea se face în funcţie de natura rocilor albiei rîului şi de adîncimea apei, cu buldozer, excavator cu cupă, draglină sau dragă refulantă. Săpăturile pot fi mult uşurate prin devierea parţială sau chiar totală a apei, în care caz operaţiile de lansare sînt asemănătoare cu cele din cazul lucrărilor terestre.

Conducta pentru traversare, pregătită special printr-un control exigent al sudurilor şi al izolaţiei, se îngreuiază fie prin autolestaj (se folosesc tuburi cu pereţi groşi), fie prin încărcare cu blocuri de beton, pentru a preveni plutirea.

Operaţia de lansare, faza cea mai dificilă a lucrărilor, se execută, în funcţie de condiţiile naturale ale traversării, fie prin trecerea conductei perpendicular pe rîu de pe unul dintre maluri pe fundul canalului, fie prin pozare în apă, după ce a fost adusă deasupra săpăturii cu macarale cu braţ şi sarcină de ridicare corespunzătoare. Avînd în vedere greutăţile controlului în timpul exploatării, lucrările se termină prin încercări de rezistenţă şi etanşeitate a conductei.

Traversările aeriene se construiesc în următoarele tipuri principale : autoportante, rezemate şi suspendate.

În cazul traversării autoportante, conducta formează ea însăşi elementul de rezistenţă, avînd forma unei drepte orizontale sau a unui arc, rezemîndu-se pe fiecare mal.

Traversarea rezemată foloseşte suporţi metalici sau din beton armat existenţi (poduri de şosele etc.) sau construiţi în mod special.

Cel mai frecvent tip de traversare aeriană este cea suspendată, mai ales pentru deschideri de peste 50 m. Este vorba de un sistem original de suspensie, care comportă cîte un pilon pe fiecare mal al traversării cu cabluri de susţinere fixate în masive de ancoraj, un cablu portant fixat la piloni, de care se leagă conducta în

poziție orizontală, prin tiranți. La deschideri mai mari se completează construcția cu cabluri laterale pentru preluarea eforturilor orizontale date de vînt.

Dată fiind complexitatea lucrărilor (fundații, ancoraje, construcții metalice etc.), ele se execută de către Întreprinderea de construcții drumuri—Ploiești. Astfel, s-au construit traversări aeriene suspendate peste rîuri mari, ca: Mureș, Olt, Siret și altele, cu deschideri de aproape 200 m, constituind adevărate lucrări de artă.

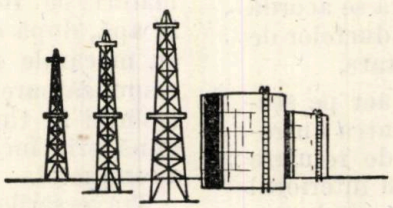
În cele redate au fost arătate unele realizări din domeniul construcției conductelor magistrale. Este de reținut că toate realizările obținute au avut un important aport economic. Costurile medii de deviz pe kilometru de conductă de diferite diametre au scăzut simțitor în ultimii ani, în principal prin mecanizarea lucrărilor și folosirea țevilor cu pereți subțiri, creîndu-se posibilitatea ca în anul 1961 să se introducă prețuri-plafon maximale, care duc la ieftinirea considerabilă a investițiilor.

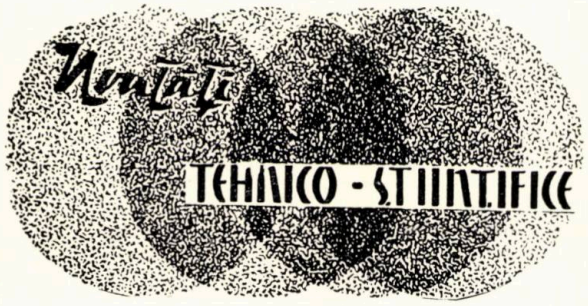
Introducerea tehnicii avansate în construcția conductelor magistrale oferă în continuare posibilitatea obținerii unor importante rezultate economice și trebuie urmărită cu consecvență prin dotarea șantierelor cu utilaje și aparataje moderne, prin extinderea tehnologiilor de lucru de mare productivitate, prin folosirea de materiale noi eficiente.

Se creează astfel condițiile realizării sarcinilor din Directivele Congresului al III-lea al P.M.R. la termen și chiar înainte de termen.

BIBLIOGRAFIE

[1] STAS 715—61 și 404—59 „Țevi din oțel fără sudură folosite la conducte pînă la ∅ 377 mm inclusiv"; NI-M.M.C.M. — 1933-61 „Țevi din oțel sudate elicoidal de la 429 mm ∅ în sus"; NIE-M.I.P.C. 1350—59 „Bitum pentru izolat conducte tip 100"; NIE 1351—59 „Citom pentru izolat conducte"; Normativ pentru protecția conductelor IPS-M.I.P.C.; STAS 5540—59 și 5976—58 și instrucțiunile C_9—60 DGEMSI „Probe de sudură"; Instrucțiuni pentru autorizarea și verificarea periodică a sudorilor DGCMSRUP-M.I.P.C.; Normativ pentru utilizarea defectoscopiei cu raze X și gama la sudarea conductelor DGCMSRUP-M.I.P.C.





Țițeiul parafinos vîscos, caracterizat printr-un punct de congelare ridicat, se pompa prin conducte magistrale numai cu încălzirea lui preliminară. Datorită acestui fapt se obținea reducerea viscozității, și țițeiul putea să fie pompat cu agregate de pompare obișnuite, fără a mări prea mult presiunea în conducta magistrală.

Acest procedeu comportă însă însemnate investiții pentru construcția instalațiilor speciale de încălzire la începutul conductei și în punctele intermediare, iar cheltuielile de exploatare cresc simțitor.

Un nou procedeu de pompare a țițeiului parafinos a fost aplicat de cîteva întreprinderi petroliere din U.R.S.S., sub formă de suspensie de țiței în apă cu viscozitate redusă. În urma cercetărilor preliminare s-a propus o formulă pentru determinarea temperaturii suspensiei de țiței în apă, al cărei transport se face prin conductă.

S-a stabilit că consumul minim de energie se asigură la proporția de 65—70% țiței în suspensie. Practic s-a reușit să se pompeze țiței cu un conținut de parafină de la 5 pînă la 36%, cu un punct de congelare de 24—43°C. Efectul optim se obține în cazul în care temperatura suspensiei este inferioară punctului de congelare a țițeiului. În curentul din conductă parafina se află total sau parțial sub formă de particule solide.

Amestecarea țițeiului cu apa se realizează cu ajutorul unui teu instalat la începutul conductei. În punctul final al conductei suspensia se separă prin încălzire pînă la o anumită temperatură, la care ea se stratifică în țiței și apă.

★

În laboratoare, cu ajutorul viscozimetrelor cu bilă de înaltă presiune se determină viscozitatea țițeiului în condițiile de strat. Valorile obținute depind de calitatea probei de fund recoltate sau a probei recombinate în laborator. Din această cauză, rezultatele obținute nu reflectă întotdeauna fidel însușirile țițeiului din strat.

Pentru obținerea unor date exacte privitoare la viscozitatea țițeiului din strat, în Azerbaidjan a fost conceput și realizat un viscozimetru diferențial de fund, care permite măsurarea coeficientului de viscozitate direct la talpa sondelor în funcțiune. Principiul de funcționare a viscozimetrului se bazează pe măsurarea volumului de lichid, care se scurge printr-un tub capilar într-un anumit interval de timp.

Viscozimetrul diferențial de fund se compune din următoarele elemente principale: un tub capilar, o cameră cu mercur, un rezervor, o supapă cu ac, un electromagnet, o baterie electrică, un mecanism de ceasornic și dispozitive automate pentru conectarea și deconectarea circuitului de curent și înregistrarea duratei de trecere a țițeiului prin capilar.

Viscozimetrul se introduce în forma asamblată la talpa sondei.

După trecerea timpului stabilit de la începutul introducerii viscozimetrului în sondă (60 min), dispozitivul declanșează automat, ceea ce permite evacuarea mercurului din cameră în rezervor. Datorită diferenței de presiune la capetele tubului capilar, țițeiul de strat se aspiră dintr-o cavitate a aparatului în camera în care era mercurul. După durata de scurgere a țițeiului din tubul capilar și după volumul de țiței, coeficientul de viscozitate se determină prin calcul în condițiile temperaturii și presiunii de fund.

Greutatea aparatului este de 8 kg, lungimea de 1 200 mm și diametrul de 48 mm. Presiunile de regim și temperatura nu sînt limitate.

★

La Institutul de cercetări științifice pentru termotehnică din Republica Socialistă Cehoslovacă au fost proiectate și construite contoare de tip rotativ și cu turbină pentru un debit pînă la 367 m³/h pentru secțiunile nominale de trecere de 250 mm. Aceste contoare sînt destinate pentru măsurarea debitului de țiței și produse petroliere la transportul prin conducte.

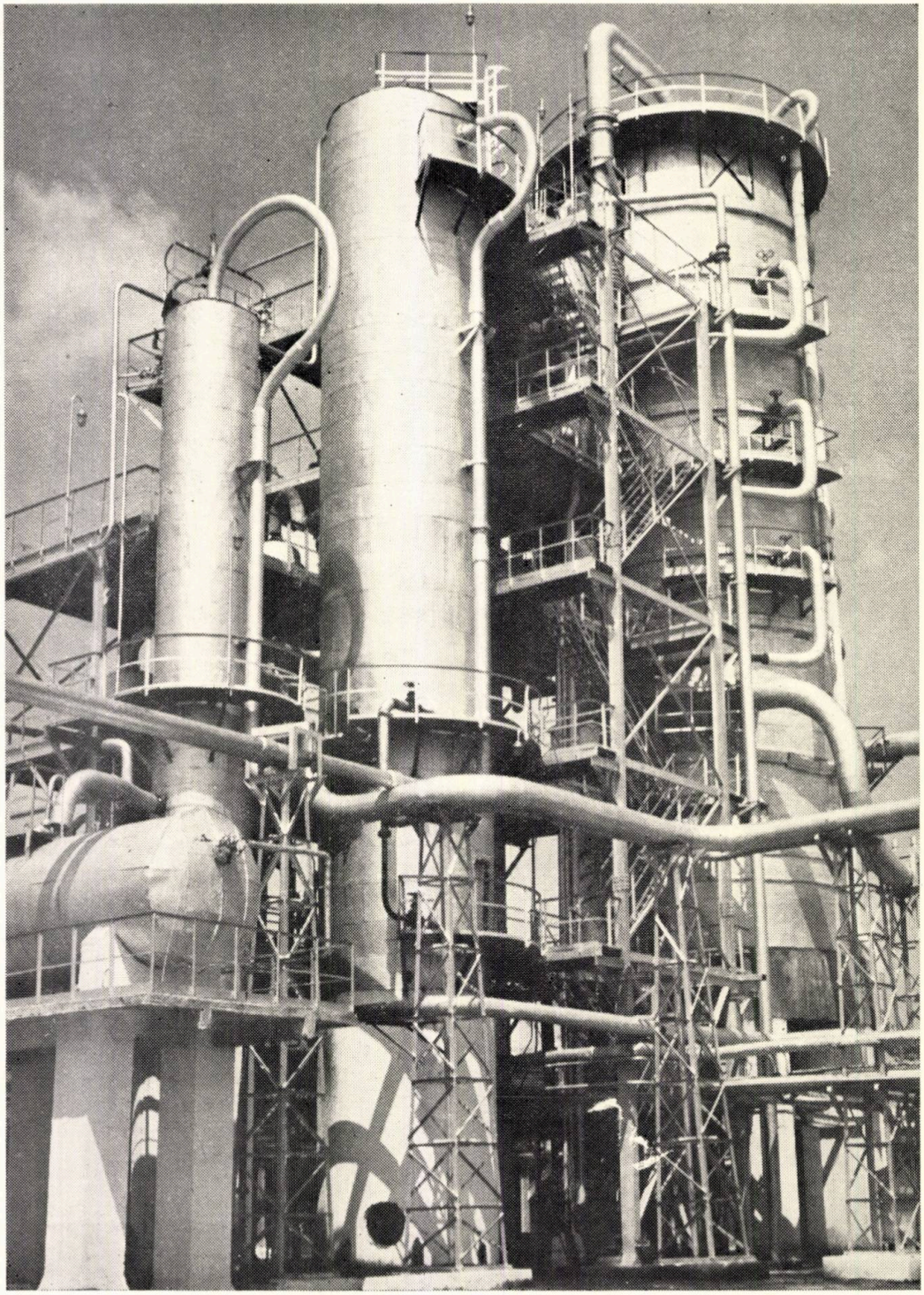
Pentru a se asigura productivitatea înaltă a contoarelor, ele pot funcționa și în paralel. Atît la contoarele rotative cît și la cele cu turbină, eroarea la măsurarea debitului nu depășește 0,1%. Pentru realizarea unei precizii atît de înalte a fost creat un mecanism special pentru reducerea datelor furnizate de contoarele volumetrice la temperatura între — 10 pînă la + 30°C.

Principiul de funcționare a mecanismului pentru corectarea temperaturii se bazează pe transmiterea unei mișcări suplimentare asupra mecanismului care furnizează datele respective reduse printr-un cuplaj și un diferențial de la elementul termosensibil al termometrului manometric. Mecanismul pentru corectarea temperaturii se montează între corpul contorului și mecanismul de înregistrare în cifre. În contoarele cu turbine s-a prevăzut compensarea influenței viscozității și vitezei curentului asupra preciziei indicațiilor.

Compensarea se asigură prin crearea pe roata de măsurare a contorului a unei căderi constante de presiune. Lichidul înainte și după trecerea pe roata de măsurare se refulează din părțile opuse la un mecanism cu piston, care reglează jocurile în roata de lucru, a cărei viteză de rotație variază astfel încît la roata de măsurare să se mențină căderea constantă de presiune, apropiată de zero, independent de viscozitatea și de viteza curentului.

★

În trecut, la săparea sondelor de țiței din țara noastră se foloseau instalații învechite, cu randamente scăzute. În prezent pe șantierul de foraj, sondorii lucrează cu instalații moderne fabricate în țară, ca 4-LD, 2 DH, S 50, S-25, T 50, 3 DH-200. Se forează atît sonde pînă la 2 500 m, cît și sonde adînci și de mare adîncime, peste 4 000 m.



Rafinăria Teleajen — Instalaţia de distilare atmosferică şi în vid.

În regimul burghezo-moşieresc, o mare parte din ţiţeiul extras era exportat neacordîndu-se nici o atenţie chimizării acestuia. În prezent, prin valorificarea chimică a produselor petroliere se obţin în ţară : benzen, toluen, xileni, acizi graşi şi acizi naftenici, care formează o puternică bază pentru fabricarea materialelor plastice, a detergenţilor.

Numai prin chimizarea gazelor de rafinărie se economisesc însemnate cantităţi de materii prime vegetale.

Progresele obţinute în domeniul chimizării ţiţeiului permit ca în 1965 numărul de sortimente petrochimice pe bază de petrol să sporească de 37 de ori faţă de anul 1959. Toată producţia de materiale plastice, fibre sintetice, cauciuc sintetic, detergenţi, solvenţi şi plastifianţi se va obţine în viitor pe baze petrochimice.

La rafinăria de petrol din Ufa (U.R.S.S.) au fost adaptate două instalaţii pentru fabricarea ciclohexanului, produs foarte necesar pentru dezvoltarea producţiei de kapron, caprolactamă, cauciuc sintetic şi polietilenă.

Pînă acum ciclohexanul se obţinea la temperatură şi presiune înaltă — pînă la 300 at. În urma punerii la punct a unei noi variante a procesului tehnologic s-a reuşit să se obţină ciclohexanul la temperatură coborîtă şi presiune de numai 10 at. Produsul obţinut este de calitate superioară şi revine la un preţ de cost foarte redus.

★

În Republica Socialistă Cehoslovacă, pentru măsurarea produselor petroliere în rezervoare verticale au început să fie fabricate nivelmetre cu flotor cu teletransmisia indicaţiilor.

Principiul de funcţionare a aparatului, care se montează în rezervor, se bazează pe funcţionarea flotorului suspendat pe un cablu şi care se deplasează în funcţie de nivelul lichidului controlat. Cablul trece prin ţevi de protecţie, fiind dirijat de role de ghidaj, şi se înfăşoară la baza rezervorului pe o tobă prevăzută cu caneluri de ghidaj. Toba este încastrată în aparatul indicator. Flotorul este echilibrat cu o contragreutate de asemenea suspendată pe cablu, care se înfăşoară pe o tobă mică fixată pe axul comun cu toba dispozitivului de măsurare. Indicaţiile aparatului sînt date de acul fixat pe un cadran care are diviziuni în metri şi centimetri.

Pentru teletransmisia indicaţiilor, aparatul este prevăzut cu un element de protecţie împotriva exploziilor, în care sînt instalate două traductoare cu selsin, pentru transmiterea indicaţiilor pînă la distanţe de 4 km, precum şi două potenţiometre, pentru indicarea nivelului prin canale telemecanice la distanţă de peste 4 km. Traductoarele cu selsin sînt legate electric prin conductoare de cupru cu secţiunea de 2,5 mm² de aparatele de recepţie situate la punctul dispecerului.

★

La Institutul de cercetări ştiinţifice pentru industria construcţiei de aparate din Budapesta s-a construit un analizator de gaze pentru vapori de ţiţei. Particularitatea acestui aparat constă în utilizarea unei pompe cu membrană, destinată pentru aspiraţia vaporilor de ţiţei şi aer, mărind astfel securitatea de funcţionare a aparatului.

★

În Irlanda o sondă săpată la 40 km vest de Dublin în bazinul central, la adîncimea de 1 766,3 m a produs gaze, fiind prima sondă cu rezultat în această ţară. În scurt timp se va începe săparea unei noi sonde situate la aproximativ 100 km de localitatea Shannon, care va fi forată pînă la adîncimea de 1 800—2 700 m.

★

Rezerva de gaze a zăcămîntului Groningen din Olanda este estimată în prezent între 400 şi 500 miliarde metri cubi, ceea ce pune acest zăcămînt în rînd cu cele mai mari zăcăminte de gaze din lume.

În orice caz, este cel mare zăcămînt de gaze din Vestul Europei, avînd rezerve mai mari decît zăcămintele de la Locq (Franţa) şi Valea Po (Italia).

★

În portul Mersin (Turcia) va intra în funcţiune o rafinărie de petrol cu o capacitate de 5 700 t/zi. Ulterior, capacitatea va fi mărită la 9 300 t/zi. Rafinăria va fi alimentată cu ţiţei din şantierul Bulgurdag din Turcia şi din import din Irak şi Quatar.

În afară de această rafinărie, în Turcia mai există două rafinării, una la Izmit lîngă Constantinopole, cu o capacitate de 3 000 t/zi, şi alta la Batman, cu o capacitate de 1 000 t/zi.

★

În portul Anvers s-a lansat prima rafinărie plutitoare din lume. Ea a fost remorcată pînă în portul Brega, Libia. În acest port, s-a drenat un canal în care se remorchează pluta pe care se află instalată rafinăria. După ce pluta va fi în poziţie definitivă, canalul se va închide, va fi drenat şi se vor executa fundaţiile. Capacitatea rafinăriei este de 1 150 t/zi şi este planificat a intra în producţie la jumătatea anului 1963.

În localitatea Marysville, în apropiere de Michigan s-a înmagazinat prima oară gaz sub presiune într-o cavitate din sare. Cavitatea fusese făcută printr-o sondă cu care se exploatase sarea prin dizolvare. Profilul cavernei a fost determinat cu metoda Sonar şi s-a găsit că avea un volum de 115 435 m³. Ea se află între adîncimile de 638 şi 686 m. S-a reparat coloana de 8 5/8″ şi s-au introdus gaze sub presiune de 83,3 kgf/cm², putîndu-se astfel înmagazina 9 615 mii m³.

★

A intrat în funcţiune în Philadelphia o uzină care produce cumen şi benzen. Poate produce 80 000 t cumen pe an şi se afirmă că este cea mai mare uzină de acest fel din lume.

★

A intrat în funcţiune primul catamaran de foraj. Pentru forajul pe mare în apă adîncă se utilizează echipamente de foraj montate pe vase. Pentru a se obţine o mai bună stabilitate s-a construit o instalaţie de foraj pe o punte montată pe două şlepuri, formînd un sistem similar cu sistemul polinezian de pirogă cu balansier numit catamaran.

Prima sondă a fost săpată în apă adîncă de 70 m în 60 de zile şi a avut adîncimea de 3 523 m.

★

Pentru încercarea nedistructivă a ţevilor de conductă sudate electric s-au introdus două noi metode :

— Într-una se utilizează undele ultrasonice. Echipamentul de tip radar introduce vibraţii mecanice extrem de rapide în peretele ţevii, şi discontinuităţile dau ecouri captate de dispozitivul de încercare.

— Altă metodă este electromagnetică şi utilizează curenţi Foucault. Curenţii se produc în ţeavă prin inducţie, şi orice discontinuitate întrerupe curgerea curentului. Aceasta produce un semnal şi atunci se marchează suprafaţa suspectă a ţevii. Ambele unităţi sînt complet automate. Fiecare inspectează regiunea sudurii pe întreaga lungime a ţevii.

Există posibilitatea de a se descoperi țiței în cantități industriale în insulele arctice aparținînd Canadei.

În colțul de nord-vest al insulei Melville s-au descoperit două aflorimente de nisip petrolier, nisipurile avînd o grosime între 18 și 24 m. Ele sînt expuse pe o lungime de 100 km.

Cele două aflorimente aflate la o distanță de 56 km una de alta se găsesc în formațiunea triasică, la o distanță de 2 400 km în linie dreaptă nord de Edmonton.

★

Pentru efectuarea de cimentări primare sau cimentări sub presiuni în marnele ce se umflă în prezența apei, a început să fie utilizat lapte de ciment sărat. Cimenturile sărate tind să împiedice unele tipuri de argile de a se dezintegra. Dacă se utilizează lapte de ciment preparat cu apă dulce, apa ce se separă poate cauza umflarea și dărîmarea formațiunilor și producerea de comunicații între diferitele zone. Concentrația în sare poate merge pînă la saturație.

★

În uzinele chimice au început să fie utilizate motoare capsulate izolate cu rășină epoxy în locul motoarelor complet închise și răcite prin ventilatoare, în locurile cu atmosferă umedă și corosivă. În timpul unui uragan, la o uzină din Freeport-Texas, din 445 motoare capsulate izolate cu rășină epoxy, care fuseseră sub apă, numai trei au avut defecte de izolație și numai 19 au trebuit să fie uscate înainte de a fi puse din nou în serviciu.

★

Pentru lucrări la gura puțului sub apă la forajul ce se face pe mare a fost pus în funcțiune un robot. Robotul poate vedea, auzi și înota. Poate să strîngă șuruburi, să înlocuiască un furtun, să fixeze cabluri sau să manipuleze conducta. Pe scurt, poate înlocui un scafandru.

Robotul vede prin două mijloace. Pentru distanță mai mare, pînă la 400 m, utilizează sistemul sonor, iar pentru distanțe mici, pînă la 10 m, o cameră de televiziune. Poate lucra pînă la o adîncime de 300 m. Sensul de direcție este dat de un girocompas (busolă cu giroscop), și un microfon de sunet dă sunetul auzului.

Pentru a pluti, se utilizează două elici ajustabile, una de fiecare parte a robotului, care este înalt de 4 m.

Informațiile sînt transmise unui operator aflat pe un vas, care dă comenzile necesare.

Cu ajutorul robotului s-a putut rezolva problema reintroducerii prăjinilor într-o gaură săpată pe fundul mării, problemă ce nu se putea rezolva cu alte mijloace.

Recenzii

Cartea sondorului de extracție

Ing. N. POPESCU-BALDOVIN

Răspîndirea și popularizarea cunoștințelor tehnico-științifice în masa muncitorilor și tehnicienilor din industria în plin avînt a țării noastre constituie o acțiune de o importanță covîrșitoare pentru desăvîrșirea și consolidarea construcției socialiste.

În cadrul acestei acțiuni se înscrie și lucrarea tov. ing. N. Popescu-Baldovin, apărută în Editura tehnică, sub titlul „Cartea sondorului de extracție".

În domeniul extracției țițeiului au apărut în țara noastră, în ultimii ani, valoroase lucrări de un înalt nivel științific, atît creație a specialiștilor noștri cît și traduceri din bogata literatură tehnică sovietică.

Lucrarea amintită mai sus, spre deosebire de acestea, se remarcă prin faptul că ea este adresată, așa cum arată și titlul, direct muncitorilor și tehnicienilor a căror muncă se desfășoară nemijlocit pe șantierele de extracție, lîngă locul de unde pulsează țițeiul la suprafața pămîntului.

Un merit deosebit al lucrării este acela că, deși, în esență, se ocupă de operațiile specifice extracției țițeiului din sonde, ea aruncă o lumină cuprinzătoare și asupra ansamblului general de cunoștințe teoretice și procese practice, legate direct sau indirect de activitatea de extracție propriu-zisă. În acest mod, autorul urmărește să lărgească orizontul sondorului de extracție, făcîndu-l să înțeleagă mai bine și mai concret rolul său principal în angrenajul complicat al producției de țiței.

Ținînd seama de scopul și destinația lucrării, autorul reușește să folosească și să mențină pe tot parcursul o expunere ușor accesibilă, clară și bine sistematizată.

Lucrarea cuprinde 13 capitole, care se referă, în principiu, la următoarele părți componente :

Capitolele I—III. Se dau noțiuni elementare asupra geologiei și fizicii zăcămintelor de țiței și gaze privind : originea lor, formarea, structura și conținutul, metode și mijloace de prospecțiune și explorare, natura forțelor interne care acționează în zăcămînt, punerea în producție, regimul optim de exploatare.

Materialul din această primă parte, deși cuprinde noțiuni cu caracter mai mult sau mai puțin abstract, este totuși astfel expus încît definițiile date pot fi relativ ușor înțelese și însușite de sondorul de extracție cu calificarea corespunzătoare.

Capitolele IV—VII. Se expune în detaliu modul de extracție a țițeiului din zăcămînt prin sonde, în cele trei sisteme principale de exploatare a acestora : erupție naturală, erupție artificială și pompaj de adîncime. Expunerea cuprinde descrierea succintă, dar completă, a proceselor tehnologice de extracție, precum și toate utilajele, materialele și sculele necesare în executarea, controlul și reglarea acestor procese.

Pentru o înțelegere mai ușoară, descrierile sînt însoțite de desene schematice reprezentative. Redarea unor fotografii cu vederea naturală a obiectului descris ar fi dat rezultate și mai bune, dat fiind că reprezentările schematice pretind o anumită familiarizare prealabilă cu desenul liniar pentru cel căruia îi este adresată această reprezentare.

Capitolul VIII. Cuprinde expunerea metodelor de intensificare a afluxului de țiței spre gaura de sondă, dintre care unele sînt de dată recentă în industria extractivă de țiței din țara noastră.

Capitolul IX. Se ocupă de colectarea și măsurarea producției de țiței și gaze, probleme care au o importanță covîrșitoare pentru o orientare justă a sondorului de extracție în munca sa.

Pentru acest motiv includerea acestui capitol în lucrare este binevenită.

Capitolele X—XIII. Se referă la tratarea țițeiului brut în vederea curățării lui de impuritățile cu care se extrage din sondă, de recuperarea secundară, organizarea schelelor de extracție și de protecția muncii.

Cunoașterea acestor activități îl ajută în munca sa profesională (capitolul protecția muncii), îmbogățindu-i și lărgindu-i orizontul profesional. Pentru aceste motive, completarea lucrării cu aceste capitole este deosebit de folositoare.

Atît prin conținutul său cît și prin claritatea și sistematizarea remarcabilă a expunerii, lucrarea tov. ing. N. Popescu-Baldovin constituie un îndreptar deosebit de valoros pentru muncitorii și tehnicienii din extracția țițeiului.

C.Z. 665.521.5 : 66.022.37

Ridicarea calității uleiurilor prin folosirea de aditivi

Dr. V. CERCHEZ,

ing. N. BRUDA şi

ing. Gh. IORDACHE

În ultimele decenii, industria producătoare de motoare, maşini sau mecanisme şi-a îmbunătăţit mereu fabricaţia, obţinînd modele din ce în ce mai puternice şi mai perfecţionate care reclamă îmbunătăţirea continuă a uleiurilor de uns. Industria de petrol a răspuns la acest deziderat, îmbunătăţind în mod continuu producţia de uleiuri. Pentru aceasta, în afară de selecţionarea permanentă a materiei prime, s-a perfecţionat tehnologia de fabricaţie a uleiurilor. Astfel, în locul vechiului tratament de rafinare cu acid sulfuric, s-a trecut la dezasfaltarea cu propan, la solventare, deparafinare, contactare, ceea ce a permis obţinerea unor uleiuri de o calitate ce nu mai fusese atinsă pînă atunci. Un alt mijloc de a îmbunătăţi tehnologia de fabricaţie a uleiurilor a fost hidrofinarea lor sau, cu alte cuvinte, rafinarea lor cu hidrogen. Prin acest proces de rafinare se introduce în componenţa uleiului o cantitate suplimentară de hidrogen, ceea ce are drept efect ameliorarea calităţii lui. Totuşi, condiţiile impuse uleiurilor lubrifiante destinate motoarelor moderne devenind de cele mai multe ori atît de severe şi de variate, uleiurile obţinute din ţiţei — independent de natura materiei prime alese sau de procedeul de prelucrare aplicat — nu mai puteau să le satisfacă. Aceste consideraţii se referă la stabilitatea la oxidare care controlează formarea calaminei, a lacului şi la fenomenele de coroziune a aliajelor antifricţiune, la proprietăţile de viscozitate ale uleiului la diverse temperaturi, la fluiditatea uleiului la temperaturi joase etc. În această situaţie, pentru ca uleiurile din ţiţei să capete calităţile care le lipsesc, s-a recurs la un nou mijloc de îmbunătăţire, şi anume la folosirea aditivilor. Prin introducerea aditivilor în uleiuri se acţionează în mod favorabil asupra :

— stabilităţii la oxidare ;
— acţiunii corosive ;
— proprietăţilor detergente ;
— curbei viscozitate — temperatură ;
— fluidităţii la temperaturi joase ;
— ungerii pe suprafeţe de frecare la presiuni şi temperaturi ridicate.

În momentul de față, aditivii sînt foarte răspîndiți. Rolul și importanța lor trebuie fără îndoială să crească, întrucît aplicarea aditivilor deschide perspective cu totul noi nu numai pentru industria petrolieră, ci și pentru cea de construcții de mașini, favorizînd vastele posibilități de perfecționare a motoarelor în ceea ce privește randamentul și puterea.

Chiar folosirea aditivilor nu a permis în toate cazurile să se atingă rezultatele dorite. S-a trecut la ultima fază în materie de perfecționare a calității uleiurilor, și anume la prepararea lor pe cale sintetică, plecîndu-se în unele cazuri de la materii prime care nu au nimic comun cu petrolul. Uleiurile sintetice posedă unele proprietăți ce nu pot fi întîlnite la acelea din petrol. Întrebuințarea lor a arătat, însă, că și în acest caz este nevoie uneori să se folosească aditivi, ceea ce contribuie la mărirea importanței lor.

Există numeroase categorii de aditivi folosiți pentru ameliorarea calității uleiurilor. În cele ce urmează se vor menționa numai cele mai importante grupe de aditivi, și anume [1], [2]:

Aditivii antioxidanți sînt aditivii cei mai des folosiți, deoarece degradarea prin oxidare a uleiurilor este unul dintre principalii factori care le scurtează timpul de întrebuințare în motor. Aditivii antioxidanți sau inhibitori, introduși în mici concentrații, permit să se lungească în mod sensibil timpul de întrebuințare a uleiului.

În contact cu aerul, la temperaturi suficient de ridicate și la o durată de contact destul de îndelungată, toate uleiurile lubrifiante intră în reacție cu oxigenul. Din această cauză, motorul cu combustie internă constituie o mașină de oxidare ideală, căci în motor uleiul se amestecă timp îndelungat cu aerul la temperaturi ridicate. Este interesant de semnalat că în limitele temperaturilor ce se dezvoltă în motor, gradul de oxidare a uleiurilor crește aproximativ de două ori pentru fiecare creștere a temperaturii de 10°C. Metalele prezente, în special fierul, cuprul și plumbul, acționează ca niște stimulatori ai oxidării. În aceste condiții, oxidarea uleiului poate crește și mai mult cînd vine în contact cu suprafața metalică a motorului, cu particulele de metal rezultate din uzură, precum și cu impuritățile prezente. Efectul acțiunii de oxidare constă în apariția unor compuși cu caracter acid, solubili în ulei și a unor compuși insolubili de degradare. Acizii exercită o acțiune de coroziune asupra cuzineților, iar celelalte produse de oxidare îngroașă uleiul și se depun pe piesele mobile, pistoane, segmenți, supape, compromițînd buna lor funcționare.

Aditivii antioxidanți sau inhibitori acționează pe două căi : pe de o parte întrerup reacția dintre oxigenul liber și ulei, iar pe de altă parte, anihilează acțiunea de promovare a catalizatorilor metalici. Acționînd ca inhibitori ai reacțiilor de oxidare, acești aditivi reduc formația de compuși cu caracter acid și, în consecință, exercită și o acțiune anticorosivă. Unii antioxidanți manifestă acțiune anticorosivă și prin formarea unei pelicule protectoare pe suprafața cuzineților, adăpostindu-i împotriva acțiunii substanțelor agresive. În aceste condiții, întîrziind formarea produselor de oxidare, inhibitorii îmbunătățesc performanțele motorului. În timpul întrebuințării uleiului își păstrează un anumit timp calitățile inițiale. Este așa-numita perioadă de inducție a reacțiilor de oxidare, care se datorește prezenței în ulei a unor inhibitori naturali. Cu cît perioada de inducție este mai lungă cu atît calitatea uleiului este mai bună.

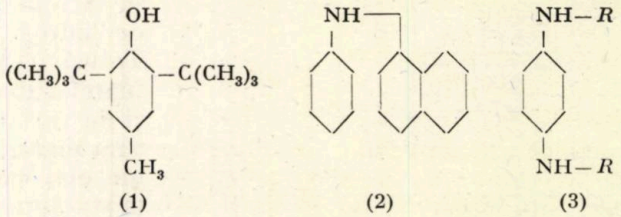
Principalele tipuri de aditivi antioxidanți se întîlnesc în următoarele clase :

1) amine ;
2) fenoli ;
3) aminofenoli ;
4) compuși cu sulf ;
5) compuși cu sulf și fosfor ;
6) compuși cu seleniu.

Numărul aditivilor recomandați în acest scop este foarte mare. Pînă în 1952 fuseseră propuși 2 500 antioxidanți. Numărul aditivilor folosiți în practică este însă incomparabil mai mic.

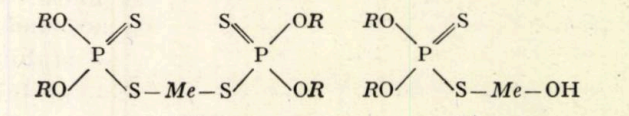
Aditivii antioxidanți pot fi împărțiți în două clase : care lucrează la temperaturi moderate — în jur de 100°C —, uleiuri de transformator și de turbine, și acei care lucrează la temperaturi ridicate — peste 200°C — , uleiuri de motor.

Din prima categorie fac parte în special fenolii și aminele. Cîțiva reprezentanți mai însemnați ai acestei clase sînt diterțbutilparacrezolul (1) comercializat sub diverse denumiri, și anume : fenilnaftilamine (2) sau fenilendiamine (3) :

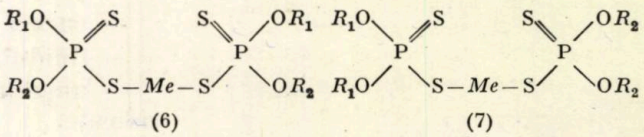


(1) (2) (3)

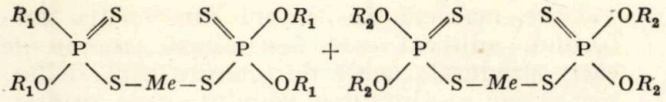
În categoria antioxidanților care acționează mai ales la temperaturi ridicate trebuie citați în primul rînd ditiofosfații care pot avea diferite caractere : neutre (4), bazice (5) și mixte (6), (7), (8) :



(4) (5)



(6) (7)



(8)

Moleculele de ditiofosfaţi pot conţine radicali diferiţi şi metale diferite. Radicalii alcoolici conţin pînă la 20 atomi de carbon, şi radicalii fenolici alchilaţi pot prezenta lanţuri laterale cu 8 pînă la 24 atomi de carbon. Metalele care intră cel mai mult în molecula ditiofosfaţilor sînt bariul, calciul şi zincul.

S-a crezut un timp că eficacitatea ditiofosfaţilor este influenţată numai de conţinutul de fosfor al moleculei. Mai tîrziu, însă, s-a constatat că şi natura radicalului organic influenţează de asemenea asupra eficacităţii. În special ditiofosfaţii care provin din alcooli secundari sînt mai eficienţi decît aceia care au fost preparaţi din alcooli primari.

Studii mai amănunţite asupra eficacităţii ditiofosfaţilor au arătat că cei de tipul mixt posedă în unele cazuri proprietăţi superioare. Ditiofosfaţii micşti pot fi obţinuţi fie prin acţiunea pentasulfurii de fosfor asupra a doi alcooli diferiţi şi salifierea ulterioară a produsului rezultat (6), fie prin salifierea a doi acizi ditiofosforici preparaţi din alcooli diferiţi (7). În sfîrşit se mai pot folosi amestecuri din două molecule de ditiofosfaţi, fiecare fiind preparaţi cu un anumit alcool sau fenol (8).

În cazul preparării ditiofosfaţilor micşti se obţine bineînţeles un amestec de produşi cu structuri diferite.

Ditiofosfaţii prezintă un caz tipic de aditivi polifuncţionali, căci în afară de proprietăţile antioxidante, ei mai sînt anticorosivi, de extremă presiune, depresanţi şi dezemulsionanţi. Unele dintre aceste proprietăţi se manifestă în grade diferite, care depind de structura lor.

Ditiofosfaţii sînt cei mai obişnuiţi dintre aditivii antioxidanţi.

Antioxidanţii se introduc în uleiuri în proporţie de 0,5—2%.

Aditivii detergenţi. Au rolul de a menţine în suspensie în ulei impurităţile formate în cursul funcţionării motorului şi de a neutraliza, fiind de natură alcalină, compuşi cu caracter acid, formaţi prin oxidare.

Cercetările făcute asupra depunerilor din zona segmenţilor de piston la motoarele cu ardere internă au permis să se tragă concluzia că prima măsură pentru împiedicarea sau limitarea formării lor este creşterea stabilităţii la oxidare a uleiurilor. Mărirea stabilităţii la oxidare se obţine prin intervenţia aditivilor antioxidanţi. Totuşi, pentru uleiurile de motoare, eficacitatea antioxidanţilor nu este suficientă. Pe de altă parte, oxidarea uleiului în zona segmenţilor pistonului este însoţită şi de procese termice secundare de polimerizare, dehidrogenare etc., care au o importanţă foarte mare. Se ştie că o parte din depunerile solide din zona segmenţilor de piston este formată chiar din produsele de descompunere termică directă a combustibilului şi a uleiului. Din această cauză, pentru a menţine la un grad de curăţenie dorit anumite elemente ale motorului, este nevoie să se intervină pe lîngă inhibitori şi cu alţi aditivi, şi anume cu detergenţi. În aceste condiţii, s-a produs răspîndirea aditivilor detergenţi care nu împiedică formarea produselor solide de oxidare şi descompunere termică a uleiului, ci menţin în suspensie în ulei produsele de degradare.

Aprecierea reală a calităţii uleiului şi a eficacităţii aditivilor din ulei poate fi făcută apreciind starea segmenţilor, a canalelor de segmenţi şi a suprafeţelor laterale ale pistonului, adică a acelor piese ale motorului care vin în contact direct cu uleiul la temperaturi de peste 100°C, însă care au temperaturi mai scăzute decît acelea din camera de ardere.

După unii autori, denumirea de „dispersant" ar fi mai potrivită decît aceea de „detergent", deoarece aceşti aditivi nu spală depozitele existente în motor, ci contribuie numai să menţină în suspensie acele depozite formate în cursul funcţionării lui.

Substanţele cu proprietăţi detergente se întîlnesc în general la diferite clase de compuşi :

— săruri ale acizilor graşi şi ale acizilor naftenici ;

— săruri ale acizilor sulfonici mahoganici din petrol sau sintetici ;

— săruri ale alchilfenolilor şi ale sulfurilor de alchilfenol ;

— produse de copolimerizare ale metacrilaţilor.

Dintre aceste substanţe, cele mai folosite sînt alchilfenolii şi acizii sulfonici, şi în ultima vreme începe să se dezvolte aplicarea aşa-numiţilor detergenţi „fără cenuşă" rezultaţi prin copolimerizarea metacrilaţilor de alcool superior cu un metacrilat de aminoalcool.

În afară de aditivi „fără cenuşă" de tipul copolimerilor metacrilici, toţi aditivii detergenţi prezintă o structură oarecum asemănătoare, molecula lor fiind alcătuită din trei părţi distincte, şi anume :

— un metal care este de cele mai multe ori bariul sau calciul ;

— un grup de legătură constituit din funcţiunile — COOH ; $-HSO_3$; —OH ;

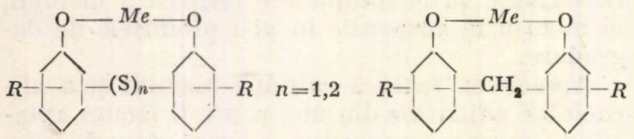
— un grup hidrocarbonat oleofil care asigură solubilitatea în ulei.

Mecanismul detergenţei s-a investigat cu ajutorul microscopului electronic, ajungîndu-se la părerea că produsul care acţionează ca detergent posedă un grup polar ce este atras de particula de produs de degradare.

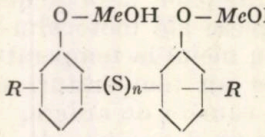
Molecula de detergenţi se orientează în jurul particulei şi tinde să o menţină în suspensie. Această solubilizare a gudronului este una

dintre căile cele mai eficiente după care poate acționa un aditiv detergent. Eficacitatea aditivului este cu atît mai mare cu cît particulele formate sînt mai mici și, prin urmare, mai apte de a rămîne mai mult timp în suspensie.

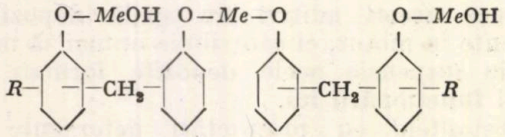
Principalii aditivi alchilfenolici provin prin condensarea unui alchilfenol cu o clorură de sulf (9) sau cu aldehidă formică (10). Fiecare dintre tipurile de mai sus poate avea de asemenea și caracter bazic (11), (12).



(9) (10)



(11)

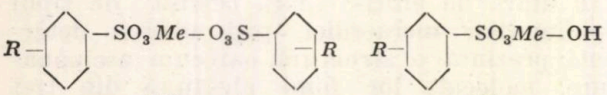


(12)

S-a adoptat pentru formule reprezentarea de mai sus, deoarece nu se știe precis poziția radicalului și nici numărul lor.

Radicalii fixați pe cicluri pot deriva dintr-o parafină clorurată conținînd aproximativ 25 atomi de carbon sau dintr-o etilenică cu aproximativ 12 atomi de carbon.

Sulfonații folosiți ca detergenți pot proveni fie de la sulfonarea unor hidrocarburi aromatice alchilate, ca deșeuri de la prepararea uleiurilor albe, fie sulfonînd în mod special anumite fracțiuni grele de țiței. Sulfonații pot fi iarăși neutri (13) sau bazici (14), formula lor fiind:



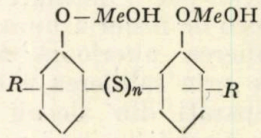
(13) (14)

în care *R* este un radical cunoscut în cazul sulfonării unei hidrocarburi aromatice sintetice și necunoscut în cazul sulfonării unei fracțiuni de țiței. Ca și în cazul precedent, metalul este de cele mai multe ori calciul sau bariul.

În cursul preparării aditivilor detergenți a existat la început tendința de a se acumula în molecula lor o cantitate cît mai mare de metal, considerîndu-se aditivul cu atît mai activ cu cît conținutul său de cenușă este mai ridicat. Mai tîrziu s-a considerat că un factor care determină în primul plan eficacitatea aditivului este alcalinitatea sa. Cînd uleiul proaspăt este introdus în motor, alcalinitatea sa prezintă o valoare maximă. În timpul funcționării motorului, aditivul este neutralizat treptat de către produsele acide de alterare care se formează, iar alcalinitatea uleiului scade treptat. Observațiile făcute pe motoare Diesel funcționînd în condiții variate au arătat că pistoanele se mențin curate atîta timp cît alcalinitatea uleiului depășește un anumit nivel. Nivelul acesta critic de alcalinitate variază o dată cu tipul motorului, cu condițiile de lucru, cu natura aditivului și cu compoziția chimică a uleiului și a combustibilului.

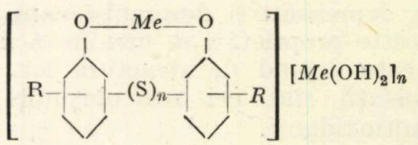
În prepararea detergenților alchilfenolici s-a trecut astfel de la sărurile neutre la cele bazice. Fenolații bazici pot fi obținuți prin acțiunea fenolului sau a sulfurii de alchilfenol asupra unui exces de hidroxid metalic. Operația trebuie condusă la o temperatură mai ridicată decît aceea necesară formării fenolaților neutri.

În cursul acestei preparații s-a constatat că fenolații bazici obținuți în unele cazuri conțin mai mult metal decît ar corespunde formulei (15):



(15)

S-a admis atunci că pot exista fenolați care dispun de un exces de alcalinitate față de cel prevăzut de formulă. Acești fenolați au fost denumiți „suprabazici". Pentru a putea explica structura alchilfenolaților suprabazici, s-ar putea lua în considerație formula (16):



(16)

care ar indica prezența hidroxidului metalic liber, dispersat în ulei.

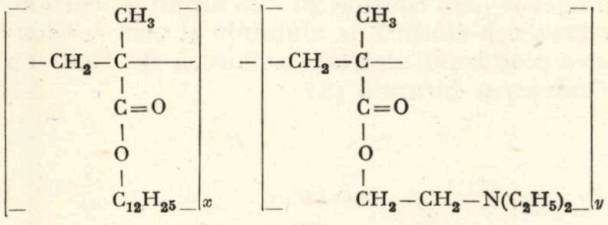
În categoria sulfonaților s-a observat de asemenea același fenomen, și anume că se pot obține sulfonați suprabazici. S-a emis atunci părerea că detergenții suprabazici de natură fenolică sau sulfonică sînt constituiți din suspensii coloidale ale hidroxidului metalic în ulei, alchilfenolul sau sulfonatul jucînd rolul de stabilizator. Un argument în favoarea acestei păreri poate fi acela că uleiurile conținînd detergenți suprabazici prezintă efectul Tyndall. Pînă în prezent nu s-a lămurit încă în mod precis structura detergenților bazici. Dacă structura lor mai poate face încă obiect de discuție, în schimb asupra eficacității lor ca aditivi detergenți nu mai există controverse, fiind folosiți pe scară largă.

Prepararea aditivilor suprabazici nu constituie o operație complicată. Este suficient ca printr-o simplă operație de încălzire și agitare să se încorporeze într-un aditiv de zece ori mai mult metal decît cel prevăzut de către formula neutră. Sulfonații „suprabazici" nu numai că posedă o foarte mare capacitate de neutralizare, dar mai manifestă și o foarte puternică acțiune dispersantă, ceea ce este foarte important deoarece acțiunea aditivilor detergenți nu constă numai în neutralizarea compușilor de alterare cu caracter acid, dar și de a menține cît mai bine în suspensie produsele insolubile de alterare care s-au format.

Aditivii suprabazici reprezintă ultima noutate în materie de detergenți cu cenușă.

Detergenții considerați pînă în prezent — alchilfenoli sau sulfonați — sînt în special eficienți la temperaturi ridicate, fiind însă mai puțin activi în cazul cînd motorul lucrează la temperaturi joase, așa cum este în special cazul unui vehicul acționat de un motor de 8 V care circulă cu porniri și opriri dese sau cînd uleiul conține mici cantități de apă.

Pentru a satisface și aceste din urmă condiții de lucru s-au preparat aditivi detergenți care nu conțin nici un metal în molecula lor, de unde și denumirea de aditivi „fără cenușă". Un asemenea aditiv se obține de exemplu, prin copolimerizarea laurilmetacrilatului 90% cu dietilaminoetilmetacrilatul 10% (17).



(17)

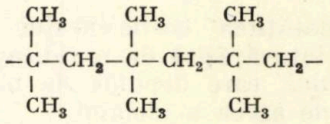
Copolimerul laurilmetacrilatului și al dietilaminoetilmetacrilatului este un lichid puțin colorat, vîscos, care se adaugă în ulei în proporție de 1—2%. Acest aditiv mai este interesant și prin faptul că, fiind de culoare deschisă, nu alterează culoarea uleiului în care este introdus, lucru ce nu se întîmplă întotdeauna cu ceilalți detergenți, care, de multe ori, sînt închiși la culoare.

Aditivi amelioratori ai indicelui de viscozitate. Condițiile de folosire a uleiurilor lubrifiante în motoare sînt caracterizate printr-un interval foarte larg de temperaturi, limitat pe de o parte de temperatura minimă de pornire a motorului care poate atinge aproximativ — 30°C în timpul iernii, iar pe de altă parte de temperatura maximă de 200—250°C întîlnită în zona pistonului și a cilindrului în timpul funcționării. Uleiurile lubrifiante obținute din țiței nu pot asigura o funcționare normală a motorului în tot acest interval de temperatură, devenind foarte vîscoase la temperaturi coborîte și excesiv de fluide la temperaturi ridicate.

Rezolvarea problemei create de necesitatea obținerii unor uleiuri care să-și păstreze caracteristicile de viscozitate în timpul exploatării într-un interval larg de temperaturi depinde de realizarea unui ulei prezentînd o variație foarte mică a viscozității cu temperatura sau cu alte cuvinte a unui ulei cu indice de viscozitate ridicat. Dacă stabilitatea uleiului reprezintă cea mai importantă proprietate chimică a acestuia, viscozitatea trebuie să fie considerată ca principala caracteristică fizică.

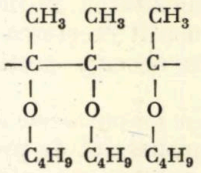
Drept aditivi amelioratori ai indicelui de viscozitate se folosesc polimerii superiori rezultați prin polimerizarea hidrocarburilor sau a altor compuși nesaturați. Mecanismul de acțiune a amelioratorilor de indice de viscozitate pare să fie următorul: la temperaturi joase, polimerul cu lanțuri lungi nu este solubil în ulei, aflîndu-se în stare de suspensie, moleculele polimerului fiind răsucite în formă de spirală. La temperaturi ridicate, polimerul intră în soluție, lanțurile sale îndreptîndu-se. În aceste condiții, se produce o ridicare a viscozității uleiului la temperaturi ridicate, deci și a indicelui de viscozitate.

Dintre olefine, tendința cea mai mare la polimerizare o are izobutilena care conduce la un polimer cu structura probabilă (18):



(18)

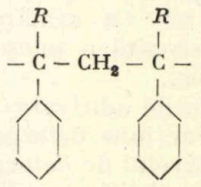
Prin polimerizarea eterului vinilbutilic se formează un compus care se presupune că are următoarea structură (19):



(19)

avînd proprietăți de ameliorare a indicelui de viscozitate.

Polimerizarea alchilstirenilor conduce la substanțe formate din elementele:

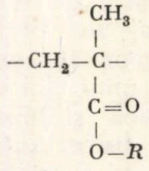


(20)

avînd de asemenea proprietăți de ameliorare a indicelui de viscozitate (I. V.).

Cei mai folosiți aditivi amelioratori ai indicelui de viscozitate sînt polimerii esterilor metacrilici cu alcooli superiori.

Structura lor conține următoarele elemente (21):



(21)

Greutatea moleculară a polimerilor amelioratori ai indicelui de viscozitate variază între limite foarte largi, de exemplu între 5 000 și 30 000.

Aplicarea aditivilor polimerici a permis să se facă următoarele observații:

— Pentru aceeași cantitate de aditiv introdus în ulei, ridicarea indicelui de viscozitate este mai mare la uleiurile cu I. V. inițial scăzut decît la cele cu I. V. inițial mai ridicat.

— Ameliorarea I. V. nu se produce în mod liniar. Primele cantități adăugate provoacă o ridicare mai mare a I. V. decît adaosurile următoare. Panta curbei la început accentuată tinde către un palier.

— Ridicarea I. V. este cu atît mai pronunțată cu cît uleiul inițial are o viscozitate mai mică.

— Îmbunătățirea coeficientului de viscozitate este întovărășită de o ridicare a viscozității uleiului, care depinde de natura polimerului și de aceea a uleiului.

— Creșterea viscozității nu variază în mod liniar cu cantitatea de polimer introdus. Cantități mai mari de polimeri provoacă în mod proporțional o creștere mai mare a viscozității decît cantități mici.

— Cu cît viscozitatea inițială a uleiului a fost mai mare cu atît creșterea viscozității este mai mare pentru aceeași cantitate de polimer introdusă.

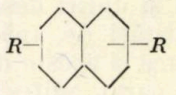
— În general, comportarea la oxidare a uleiurilor nu este înrăutățită de prezența aditivilor polimerici. Din contră, s-a constatat că unele uleiuri foarte sensibile la oxidare, după ce au fost aditivate cu cantități mici de polimeri și supuse la oxidare, prezintă un indice de aciditate și saponificare mai mic decît în cazul cînd nu s-a adăugat polimer. De asemenea, s-a constatat reducerea formării reziduului de cărbune din motor. Ca urmare a acestei reduceri, se înregistrează o micșorare a cerinței octanice a benzinei.

În motor, uleiurile aditivate cu polimeri manifestă o ușoară acțiune detergentă care nu se apropie însă de nivelul de detergență cerut uleiurilor superioare. Aditivii polimerici nu sînt corosivi și nu influențează în mod defavorabil uzura. Tendința la emulsionare nu este influențată în mod defavorabil de prezența lor.

Amelioratorii de indici de viscozitate se introduc în uleiuri în proporție de 0,5—10%.

Aditivii depresanți. În cursul prelucrării țițeiului, uleiurile parafinoase sînt supuse la deparafinare. Acest tratament nu permite însă să se atingă în mod economic temperaturile de congelare dorite. În mod obișnuit, la noi în țară se recurge la deparafinare pentru a atinge un punct de congelare de circa 0°C, apoi se intervine cu aditivi depresanți. Introducerea depresanților înlătură aplicarea unei deparafinări prea adînci care, pe lîngă faptul că nu este economică, înlătură și unii componenți valoroși din ulei.

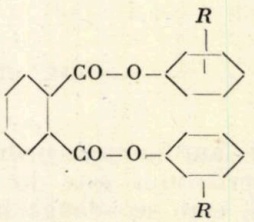
În domeniul depresanților, cu toate încercările care au fost făcute, nu s-au înregistrat în ultima vreme modificări însemnate în alegerea aditivilor. Se folosește astfel pe scară largă vechea formulă a naftalinei alchilate cu cloroparafină, conținînd 20—25 atomi de carbon, în prezența clorurii de aluminiu (paragel) care se reprezintă astfel (22):



(22)

Numărul radicalilor fixați pe scheletul naftalinei este variabil, fiind cuprins între 2 și 4.

Alt tip de depresanți este santopourul obținut prin alchilarea fenolului cu un derivat halogenat care conține 20—25 atomi de carbon, în prezența clorurii de aluminiu și prin condensarea produsului alchilat cu clorură de ftalil cu următoarea formulă (23):



(23)

Al treilea tip de depresant este acela reprezentat de aditivii polimerici: polibutenici sau polimetacrilici. În aceste condiții, aditivii polimerici pot înlocui, în unele cazuri, aditivii depresanți de tipul naftalinelor alchilate și al alchilfenolilor acilați.

În general, orice aditiv antioxidant sau detergent care conține în moleculă radicali alchilici normali conținînd un număr mai mare de 15 atomi de carbon poate prezenta proprietăți depresante. Folosirea acestor aditivi înlătură bineînțeles intervenția depresanților.

Mecanismul de acțiune al depresanților poate fi explicat prin mai multe moduri. Se admite în general că împiedică mărirea cristalelor și formarea rețelei cristaline care oprește curgerea uleiului.

Aditivi de extremă presiune. Angrenajele folosite în organele de transmisie ale autovehiculelor suportă sarcini ridicate, iar dinții acestor angrenaje sînt supuși la presiuni foarte mari. În cazurile cînd nu se folosește un lubrifiant special presiunea exercitată poate provoca distrugerea filmului de ulei. Frecarea uscată care rezultă produce temperaturi foarte înalte care cauzează uneori sudura momentană a dinților. Ruptura acestor suduri care are loc apoi produce uzura rapidă a angrenajelor, această stare de lucruri fiind mult agravată în cazul angrenajelor hipoide care dezvoltă presiuni și temperaturi și mai ridicate.

În aceste condiții, pentru folosirea în condiții satisfăcătoare din punct de vedere practic a organelor moderne de transmisie a fost nevoie să se elaboreze lubrifianți de „extremă presiune". Lubrifianții de extremă presiune lucrează după un principiu cu totul diferit de acela al uleiurilor obișnuite. Într-adevăr în locul asigurării unui film continuu de ulei între piese, lubrifiantul de extremă presiune intervine prin intermediul unei reacții chimice între aditivi și suprafața metalică.

Lubrifianții de extremă presiune conțin aditivi speciali cuprinzînd elemente „active", cum sînt clorul, fosforul sau sulful. La temperatura de lucru, căldura dezvoltată de funcționarea angrenajului pune în libertate elementele active care reacționează cu metalul, formînd o peliculă chimică ce acoperă metalul și care joacă rolul de lubrifiant. Pelicula chimică, spre deosebire de filmul obișnuit de ulei din celelalte cazuri ale ungerii, nu este distrusă chiar la temperaturi și la presiuni care depășesc cu mult pe cele întîlnite în mod normal, în prezența ei reducîndu-se considerabil uzura care s-ar produce în cazul cînd s-ar folosi un ulei neaditivat.

Aditivii de extremă presiune cei mai utilizați în prezent sînt uleiul sulfurizat, cloroparafinele cu conținut de clor de peste 40%, anumiți ditiofosfați, disulfura de benzil, anumiți xantogenați etc.

În afară de categoriile de aditivi menționate mai sus, mai există și altele care se consumă însă în cantități mai mici. Se pot cita astfel aditivii antirugină, aditivii antispumanți etc.

Aplicarea aditivilor a luat în ultimii ani o dezvoltare atît de mare încît în 1960 producția totală de aditivi pentru uleiuri s-a ridicat la 1 500 000 t din care [3] :

detergenți	750 000 t
amelioratori de indice de viscozitate	376 000 t
antioxidanți	187 000 t
diverși	187 000 t
	1 500 000 t

Aceste cantități de aditivi corespund consumului de uleiuri pentru numărul mereu crescînd de autovehicule și de avioane de toate tipurile. Este suficient să se semnaleze că în cursul anului 1958 se găseau în circulație în întreaga lume peste 100 000 000 autovehicule, dintre care aproximativ 82 000 000 autoturisme, aproximativ 25 000 000 autocamioane și aproape 1 000 000 autobuze [4].

Practica aplicării aditivilor a permis să se constate că pentru a îmbunătăți la gradul dorit calitatea unui ulei nu este suficient de cele mai multe ori să se intervină cu un singur aditiv. S-a recurs atunci, în unele cazuri, la introducerea în uleiuri a unor amestecuri de aditivi, iar pe de altă parte s-a urmărit prepararea unor aditivi care să exercite mai multe efecte. S-a ajuns astfel la aditivii polifuncționali care se pot întîlni în diversele clase menționate mai sus.

S-a pus apoi întrebarea : căreia dintre aceste două formule trebuie să i se dea preferință? În momentul de față este adoptată în mod general soluția de a se folosi amestecuri de aditivi care de cele mai multe ori sînt polifuncționali. Amestecurile de aditivi nu se fac numai cu scopul de a se ajunge la o formulă cît mai eficientă, dar și pentru a corecta unele proprietăți negative pe care le pot prezenta unii aditivi conținuți în amestec. Astfel, spre exemplu, sulfonații favorizează oxidarea, și din această cauză este nevoie să se intervină în amestec cu un aditiv antioxidant. În realizarea amestecurilor de aditivi un rol însemnat îl joacă nu numai natura lor, ci și proporția în care se face amestecul.

În afară de efectul favorabil specific pe care-l exercită, prezența unui aditiv în ulei poate modifica în oarecare măsură caracteristicile lui. Astfel, în unele cazuri, poate provoca închiderea culorii uleiului, în special unii detergenți și aditivi de extremă presiune. Aditivul poate conferi uleiului un miros neplăcut. Cenușa, reziduul de carbon și aciditatea uleiului aditivat pot crește. Uneori, uleiurile conținînd aditivi pot să emulsioneze mai ușor decît cele simple. Densitatea și viscozitatea uleiului pot de asemenea să crească.

De toate aceste fapte trebuie ținut seamă atunci cînd se face analiza unui ulei care conține aditivi.

Unii aditivi s-au preparat și se mai prepară încă din materii prime constituite din amestecuri. Din această cauză, atît constituția cît și efectul lor pot fi variabile. De asemenea acești aditivi sînt mai greu de purificat. În momentul de față există tendința de a se prepara aditivi din materii prime unitare, în care caz, bineînțeles, produsul final însuși este un produs bine definit.

În decursul ultimilor ani, cercetătorii sovietici S. E. Krein, P. I. Sanin, V. I. Izaguliant, A. P. Kuliev și alții au efectuat studii aprofundate pentru a stabili relația care există

între constituția chimică a aditivilor și acțiunea lor asupra uleiurilor [5]. În acest scop, s-au sintetizat în aceeași grupă diferiți aditivi de structură chimică cunoscută, urmărindu-se îndeaproape eficacitatea lor în funcție de greutatea moleculei, de natura metalului și a radicalului organic conținut în moleculă.

În categoria aditivilor sulfonici s-a constatat că :

— Solubilitatea în ulei crește o dată cu greutatea moleculară.

— Acțiunea de catalizare a sărurilor de bariu ale acizilor sulfonici asupra oxidării uleiurilor este mai puternică decît a celor de calciu.

— Mărirea numărului de atomi de carbon în lanțul alchilic lateral al sulfonaților mărește acțiunea lor corosivă în uleiuri.

— Sărurile diferitelor metale ale aceloraşi acizi sulfonici acționează diferit asupra corosivității uleiurilor. Sărurile de bariu sînt mai corosive decît sărurile de calciu respective.

— Pe măsura măririi numărului de atomi de carbon în catena alchilică a sulfonaților, proprietățile detergente se îmbunătățesc.

— Compararea proprietăților sărurilor de calciu și bariu ale aceluiași acid sulfonic a arătat că sulfonații de bariu sînt mai activi din punctul de vedere al proprietăților detergente decît cei de calciu.

— O dată cu mărirea greutății moleculare, proprietățile depresante ale sulfonatului se măresc.

Rezultatele tuturor acestor cercetări au ajutat la alegerea formulelor celor mai indicate și la stabilirea amestecurilor celor mai eficace.

Folosirea aditivilor detergenți, antioxidanți, amelioratori ai indicelui de viscozitate și depresanți a contribuit într-o largă măsură la îmbunătățirea calității uleiurilor de motoare. Aprecierea însușirilor de exploatare a uleiurilor de motoare cu benzină și Diesel constituie o problemă foarte complicată care necesită multe încercări și timp îndelungat.

Atunci cînd este vorba să se stabilească formula optimă de ungere — ulei + aditiv — pentru un motor existent sau nou construit atît în U.R.S.S. cît și în alte țări, uleiul se supune la o serie întreagă de probe.

Este vorba în primul rînd de determinarea în laborator a caracteristicilor fizico-chimice cuprinse în standarde și norme interne. Rezultatele astfel obținute sînt orientative. Tot în categoria încercărilor de laborator mai trebuie incluse determinarea detergenților la motorul P.Z.V., a rezistenței la oxidare după metoda P.D.Z., comportarea la coroziune după metoda Pinkevici și comportarea la extremă presiune cu mașina cu patru bile. Aceste metode sînt indicate mai ales pentru a verifica eficacitatea diverșilor aditivi introduși în ulei.

— Faza a doua de încercare se face în motoare monocilindrice de dimensiuni mici. În acest scop pot servi motoarele de determinat cifra octanică și cetanică, special amenajate, sau alte motoare de construcție specială. Aceste încercări nu durează de obicei mai mult de 50 de ore.

— Faza a treia corespunde la încercări pe banc pe motoare policilindrice de serie industrială. În cazul încercărilor pe banc se pot crea diferite regimuri de lucru pentru motoare, reproducîndu-se diverse condiții de exploatare. Desigur însă că această reproducere a condițiilor de lucru din exploatare nu se poate realiza în mod absolut. Avantajul cercetărilor pe banc constă în faptul că se poate asigura o identitate aproape completă a condițiilor de funcționare, astfel încît se pot compara între ele diverse formule de ungere. Durata acestor încercări pe banc durează 500—1 000 ore.

— Faza a patra prevede încercări în exploatare a diferitelor autovehicule și tractoare. Încercările în condițiile de exploatare se împart în două categorii : controlate și statistice. În primul caz, se experimentează un număr redus de mașini — cîteva zeci — urmărindu-se sistematic toți indicii de exploatare. În al doilea caz, se folosesc cîteva sute de unități, urmărindu-se comportarea lor într-o exploatare curentă. În ambele cazuri experiențele durează 1—2 ani.

O asemenea schemă de încercări cînd este executată precis permite să se aprecieze sigur formulele de ungere propuse și să se aleagă cele mai bune pentru introducerea lor în economia națională. Marele dezavantaj al acestui mod de a proceda este durata de cîțiva ani a experiențelor. Este prin urmare foarte important ca durata de experimentare a unor faze cel puțin să poată fi scurtată. La acest lucru se ajunge folosind pentru aprecierea uzurii *radioizotopii*.

La metoda de experimentare clasică, determinarea uzurilor din motor se face prin măsurători, cîntăriri și dozarea conținutului de metal din ulei.

Aprecierea uzurii prin cîntărire sau măsurare nu se poate face decît oprind și demontînd motorul. Cîntărirea precisă este posibilă numai cu piese de dimensiuni mici. Determinarea conținutului de metal din ulei se poate executa în timpul funcționării motorului, dar se obțin numai indicații asupra uzurii globale a motorului.

În cazul aplicării radioizotopilor se supune piesa a cărei uzură se urmărește iradierii totale sau parțiale. Piesa se montează apoi în motor care este pus în mișcare. În timpul funcționării se urmărește cu ajutorul unei aparaturi potrivite activitatea uleiului provocată de particulele de uzură rezultate numai din piesa activată.

Metoda de apreciere a uzurii cu ajutorul radioizotopilor prezintă următoarele avantaje :

— Posibilitatea de urmărire a desfăşurării uzurii chiar în timpul mersului fără ca să fie nevoie să se oprească motorul.

— Sensibilitatea foarte mare ; datorită aparatelor electronice se poate urmări calitativ o uzură de 10^{-12} g metal, şi cantitativ o uzură de 10^{-8} g.

— Posibilitatea de a urmări uzura unei singure piese în prealabil activate.

— Reducerea duratei unei experienţe la 6 — 10 ore.

Cu ajutorul metodei cu radioizotopi se pot studia nu numai uzura diferitelor piese, ci şi depunerile de zgură pe suprafaţa pieselor, gradul de corosivitate al uleiului, acţiunea diferiţilor aditivi etc.

*

Congresul al III-lea al P.M.R. a trasat ca sarcină industriei de petrol îmbunătăţirea calităţii uleiurilor necesare bunei funcţionări a motoarelor şi maşinilor în cadrul industrializării socialiste a patriei noastre. Această îmbunătăţire nu este posibilă fără intervenţia aditivilor.

După cum se ştie, în trecut la noi în ţară nu a existat o industrie de aditivi, şi acest pas important pentru economia naţională nu s-ar fi putut realiza fără directivele partidului şi guvernului şi fără ajutorul Uniunii Sovietice, care ne-a împărtăşit din experienţa sa în acest domeniu.

La Institutul Petrochim s-au efectuat numeroase cercetări privind continua îmbunătăţire a calităţii lubrifianţilor. Toate clasele de aditivi descrise în prezenta expunere au fost preparate în fază de laborator şi de pilot, iar proprietăţile lor studiate cu aparate de laborator, pe motoare la banc şi în unele cazuri pe motoare în exploatare. Un prim rezultat al acestei activităţi a fost mărirea perioadei de schimb al uleiurilor la tractoarele agricole de la 50 la 120 ore, perioadă de schimb care urmează să fie mărită în curînd la 200 ore. Acest rezultat a fost obţinut prin folosirea unui aditiv preparat în ţară.

În sfîrşit, o altă problemă importantă pentru patria noastră este prepararea în ţară a aditivilor necesari îmbunătăţirii calităţii uleiurilor atît pentru consumul intern cît şi pentru export. Prima instalaţie industrială de aditivi care a luat fiinţă la noi în ţară a fost aceea de paragel, aditiv depresant, încă din 1949 la Rafinăria Ploieşti. În cursul anului 1960, a intrat în funcţiune instalaţia industrială de preparat aditivul detergent şi depresant I.C.E.P.6, necesar uleiului pentru tractoare agricole, ceea ce a făcut să nu mai fie necesar importul de aditivi străini.

Petrochim a făcut şi propunerea pentru construirea unei instalaţii complexe de aditivi care ar urma să producă :

— aditivi alchilfenolici ;
— aditivi ditiofosfaţi ;
— aditivi sulfonaţi ;
— aditivi polimerici ;
— aditivi depresanţi.

Investiţiile necesare pentru realizarea acestor aditivi vor avea un efect economic important, şi anume reducerea costului transportului din R.P.R. cu zeci de milioane lei/an, deoarece prin îmbunătăţirea uleiurilor se va mări perioada de schimb al uleiului din carterul motorului.

De asemenea prin micşorarea consumului din ţară va rămîne o cantitate mai mare de ulei disponibilă pentru export, iar posibilităţile de a pătrunde în mod avantajos pe piaţa mondială se vor mări datorită calităţii superioare a uleiurilor.

Baza de materii prime necesare pentru fabricarea aditivilor produşi este asigurată din ţară, aproape pentru toate produsele.

Cu intrarea în funcţiune a instalaţiei industriale de aditivi, ţara noastră va putea produce, pentru consumul intern şi pentru export, uleiuri de o calitate comparabilă cu cele mai bune din străinătate.

BIBLIOGRAFIE

[1] Losikov, B. V., Pucikov, N. G., Englin, B. A. *Bazele utilizării produselor petroliere.* Vol II, partea a III-a şi a IV-a, I.D.T., Bucureşti, 1956.

[2] Kuliev, A. M. *Aditivi pentru uleiuri de motoare.* Baku, 1960.

[3] * * * *Aditive for lubricants.* The Petroleum Times, July 15, 1960, pag. 484.

[4] * * * Erdöl und Kohle, februarie nr. 2, 1959, pag. 131.

[5] Krein, S. E., Sanin, P. I., Monastitiki, V. N. şi Eminov, E. A., *Aditivi pentru uleiuri şi combustibili.* Moscova, 1961, Gostoptehizdat.

Cronică

A IV-a Consfătuire de sudură şi încercări de metale — Timişoara 1962

Baza de cercetări ştiinţifice din Timişoara a Academiei R.P.R. în colaborare cu Institutul politehnic Timişoara a organizat în cursul lunii octombrie 1962 la Timişoara cea de-a IV-a Consfătuire în domeniul sudurii şi încercărilor de metale.

La lucrările consfătuirii au participat, pe lîngă numeroşi delegaţi din ţară, reprezentanţi ai Academiei R.P.R., ai ministerelor interesate (Ministerul Metalurgiei şi Construcţiilor de Maşini, Ministerul Transporturilor şi Telecomunicaţiilor, Ministerul Industriei Petrolului şi Chimiei, Ministerul Învăţămîntului), ai Comitetului pentru tehnica nouă şi ai marilor uzine, întreprinderi şi 40 delegaţi străini printre care acad. K. K. Hrenov—Kiev (U.R.S.S.), dr. W. Gilde, directorul Institutului central de sudură (ZIS) din Halle-Saale, O. Raidt, preşedintele Secţiei de sudură de la Kammer der Technik—Berlin, dr. M. Bechert, E. Becher şi Y. Wodara de la Institutul de sudură — Magdeburg, dr. ing. Baumgartl — Karl Marx — Stadt şi H. Tauscher—Dresda (R.D.G.), dr. J. Slaba—Praga şi J. Koutsky, V. Pilons şi J. Buzek—Pilzen (R.S.C.), M. I. Kubiszyn, dr. ing. A. Buch, dr. ing. S. Kocanda, A. Zaroitniewicz şi Z. Pawlowski (R.P.R.), dr. I. Szilard, R. Nemeny şi dr. ing. P. Reti (R.P.U.).

Cu acest prilej au fost prezentate însemnate lucrări de cercetare şi realizări din domeniul sudării şi al încercărilor de metale obţinute în ultimii ani în ţară. Consfătuirea a constituit un valoros schimb de experienţă între specialiştii noştri şi oamenii de ştiinţă străini privind metodele de cercetare, tehnologia şi utilajele folosite în aceste domenii.

Au fost prezentate 80 comunicări şi 13 referate generale privind materialele folosite la sudare, procedeele şi utilajele pentru sudarea oţelurilor normale şi speciale, încercările statice şi dinamice şi încercări la oboseală ale îmbinărilor sudate, precum şi probleme de învăţămînt şi protecţia muncii în domeniul sudării.

Dintre cele mai importante referate se menţionează :

— *Alegerea oţelurilor pentru construcţii sudate*, prezentat de acad. C. Micloşi.

— *Unele aspecte ale stadiului actual al încercărilor de metale în R.P.R.*, de prof. dr. ing. St. Nădăşan, membru corespondent al Academiei R.P.R.

— *Referat general privind procedeele şi utilajele pentru sudarea recipienţilor şi a conductelor din oţeluri normale şi speciale*, de ing. I. Avram (Uzina de utilaj chimic Bucureşti).

— *Referat general privind tehnica sudării la diferite construcţii metalice*, de prof. ing. Dan Mateescu (Institutul politehnic Timişoara).

— *Dispozitive pentru sudare realizate la uzinele Electroputere Craiova pentru locomotiva Diesel-electrică*, de ing. V. Popovici şi E. Mîrzan (Uzinele Electroputere Craiova).

— *Referat general privind încercările statice şi dinamice*, de conf. ing. I. Hajdu şi ing. Eugen Loviţiu (Institutul politehnic Timişoara).

— *Încercări la răsucire prin şoc ale oţelurilor*, de ing. M. Blumenfeld şi ing. E. Dumitrescu (Institutul politehnic Bucureşti).

— *Efecte de concentrare a eforturilor unitare la temperaturi ridicate*, de prof. ing. Gh. Buzdugan, ing. D. Craifăleanu, ing. V. Antonescu, ing. I. Pană şi ing. V. Postelnicu (Institutul politehnic Bucureşti).

— *Determinarea limitei de curgere a unor oţeluri cu conţinut redus de carbon în intervalul de temperatură* 20—400°C, *prin metoda încărcării progresive*, de ing. I. Hajdu şi ing. A. Tigănoiu (Academia R.P.R., Centrul de cercetări tehnice Timişoara).

— *Aplicarea unui procedeu nou de încercare statică la forfecare pură a oţelurilor pentru studiul rezistenţei sudurilor în capete*, de ing. N. Iosifescu (INCERC Bucureşti).

— *Referat general privind procedee de sudare prin presiune şi dispozitive de fabricaţie*, de ing. V. Micloşi (ICEM).

— *Procedeul sudării prin puncte în relief aplicat la saboţii de autocamion*, de ing. V. Doboşan şi N. Caşcaval (Uzina „Steagul roşu" Braşov).

— *Referat general privind tăierea cu arc electric*, de conf. ing. O. Centea (Institutul politehnic Timişoara).

— *Tăierea automată cu oxigen la uzinele Electroputere Craiova*, de ing. G. Pop (Uzina Electroputere Craiova).

— *Utilizarea reacţiilor termochimice ale unor pulberi de fier la tăierea fontelor*, de prof. A. Domşa şi E. Bicsak (Institutul politehnic Cluj).

— *Referat general privind metode şi aparate pentru încărcarea metalelor*, de ing. Mircea Raţiu (Institutul de metrologie).

— *Referat general privind materiale pentru sudare*, de ing. Traian Sălăjan (Academia R.P.R., Centrul de cercetări tehnice Timişoara).

— *Încercări de laborator privind încărcarea prin sudare electrică automată sub flux a bandajelor de locomotivă*, de ing. Gh. Marga şi ing. Eugenia Apostol (Institutul politehnic Braşov).

— *Contribuţii la elaborarea electrozilor pentru sudarea oţelurilor de construcţie aliate cu* Cr-Mn-Si, de ing. I. Valea (Uzinele „Industria sîrmei" Cîmpia Turzii).

— *Referat general privind încercări şi control prin metode nedistructive la metale şi la diverse construcţii*, de ing. Lazăr Boleanţu şi ing. Alex. Bernath (Institutul politehnic Bucureşti şi Academia R.P.R., Centrul de cercetări tehnice Timişoara).

— *Contribuţii în domeniul cunoaşterii solicitării reale a căjei de lucru a unui laminor de tablă subţire la cald*, de ing. A. Constantinescu şi N. Laşcu-Simion (ICEM).

— *Referat general privind procedee şi utilaje speciale de sudare*, de ing. Alex. Ivancenco (Comitetul pentru tehnica nouă).

— *Contribuţie la sudarea în baie de zgură topită a unui oţel de construcţii : studiul influenţei ultrasunetului asupra calităţii îmbinării sudate*, de ing. C. Sarlău, ing. L. Bagiu şi ing. I. Spirea (Institutul politehnic Timişoara).

— *Electronituirea aplicată în construcţia maşinilor agricole de recoltat*, de ing. I. Vasile (Uzinele „Semănătoarea").

— *Referat general privind încercări la oboseală ale metalelor*, de ing. A. Bernarth şi E. Ioniţiu (Academia R.P.R., Centrul de cercetări tehnice Timişoara).

— *Contribuţii la determinarea rezistenţei la oboseală prin metoda încercărilor progresive*, de ing. A. Bernath, I. Hajdu şi V. Safta (Academia R.P.R., Centrul de cercetări tehnice Timişoara).

— *Cercetări privitoare la mecanismul fizic al deformaţiei plastice la metale*, de prof. ing. E. Gaiginski, ing. M. Zugrăvel, ing. M. Guttman, ing. V. Giurcă şi ing. S. Mitrea (Academia R.P.R., Filiala Iaşi, Secţia cercetări tehnice).

— *Contribuţii la determinarea rezistenţei la oboseală la oţelurile nealiate fabricate în R.P.R.*, de prof. ing. St. Nădăşan, membru corespondent al Academiei R.P.R., ing. A. Bernath, E. Ioniţiu şi V. Safta (Academia R.P.R., Centrul de cercetări tehnice Timişoara).

— *Mărirea rezistenţei la oboseală prin acoperiri electrolitice cu un aliaj* Ni-Fe, de prof. dr. ing. St. Nădăşan, membru corespondent al Academiei R.P.R., ing. B. Rothenstein, ing. B. Horovitz, ing. V. Safta şi ing. A. Golea (Institutul politehnic Timişoara).

— *Referat general privind probleme ale învăţămîntului protecţiei muncii şi tehnicii securităţii*, de ing. I. Ionescu (Institutul de cercetări pentru protecţia muncii al C.C.S., Bucureşti).

— *Asupra normelor de protecţie contra radiaţiilor în lucrările de radiografie industrială*, de P. Florican şi M. Oncescu (Academia R.P.R., Institutul de fizică atomică Bucureşti).

— *Referat general privind încercări mecanice, defectoscopie şi control nedistructiv la îmbinările sudate*, de ing. Mircea Aldea (Inspectoratul de stat pentru cazane şi instalaţii de ridicat Bucureşti).

Comunicările interesante ale oaspeților străini au provocat discuții vii.

Acad. K. K. Hrenov a vorbit despre noi surse de curent pentru sudarea cu arcul electric, dr. W. Gilde despre construcția dispozitivelor, o condiție principală în tehnica modernă a sudării, O. Raidt despre sudarea țevilor sub presiune pentru transportul gazelor și apei, dr. M. Bechert și J. Wodara despre contribuții la sudarea prin topire intermediară în capete a țevilor de aluminiu și cupru, dr. ing. E. Baumgartl despre cercetări comparative de oboseală pe epruvete simple și roți dințate, H. Tauscher despre proprietățile de rezistență ale cusăturilor sudate din oțeluri de îmbunătățire de mare rezistență, dr. J. Slaba despre gradul de rezolvare în defectoscopie cu betatron, J. Koutsky și J. Buzek despre comportarea oțelurilor rezistente la cald la solicitări alternative, M. I. Kubiszyn despre sudarea prin puncte și în cusătură a metalelor neferoase, dr. ing. A. Buch despre unele cercetări privind probleme mecanice la oboseală, dr. ing. S. Kocanda despre posibilități de cercetare a fenomenelor de oboseală, dr. I. Szilard despre detectarea straturilor subțiri de zgură din tablele de oțel cu ajutorul ultrasunetelor, R. Nemeny despre influența tratamentului termic premergător călirii cu flacără și a structurii formate în consecință asupra rezultatelor obținute la călirea cu flacără.

În afară de prezentarea și dicutarea referatelor în cadrul ședințelor, cu ocazia acestei consfătuiri a avut loc și o expoziție a realizărilor interesante ale laboratoarelor și uzinelor din țară, în domeniul sudării și al încercărilor de metale. Participanții la consfătuire au mai vizitat o expoziție de utilaje pentru încercări de metale din laboratorul de încercări de materiale de la Institutul politehnic din Timișoara.

Examinînd problemele și propunerile prezentate în comunicări și în dezbaterile care au avut loc, participanții la cea de-a IV-a Consfătuire de sudură și încercări de metale au ajuns la o serie de concluzii care au fost concretizate în rezoluția adoptată la încheierea Consfătuirii, care a fost înaintată forurilor interesate.

1. Înfăptuirea sarcinilor trasate de Congresul al III-lea al P.M.R. în legătură cu introducerea tehnicii noi în producție a adus cu sine importante realizări în cele două domenii care au format obiectul consfătuirii.

a. În domeniul sudurii se constată introducerea pe scară industrială largă a unor metode moderne cum ar fi: sudarea automată sub strat de flux, sudarea semiautomată și automată în atmosferă protectoare de gaze (bioxid de carbon, argon etc.), sudarea prin presiune, sudarea și tăierea cu jet de plasmă. Sînt de remarcat în mod deosebit succesele obținute în țara noastră în privința sudării oțelurilor speciale. Paralel cu introducerea procedeelor tehnologice moderne există și preocupări în legătură cu crearea de utilaje și instalații de sudare. Subliniem că în cazul producției în serie se acordă o deosebită atenție construirii de dispozitive, ceea ce pe lîngă mărirea productivității conduce și la îmbunătățirea sensibilă a calității produselor.

b. În domeniul încercărilor de metale se constată o creștere masivă a numărului de specialiști preocupați de aceste probleme. În această direcție semnalăm că, pe lîngă intensificarea studierii sistematice cu metodele clasice a proprietăților mecanice ale metalelor fabricate în R.P.R., a început introducerea în producție curentă a metodelor nedistructive de cercetare și control al metalelor și construcțiilor. Este de remarcat că în momentul de față există mai multe laboratoare uzinale dotate cu echipament care permite utilizarea metodelor de control moderne ca gamagrafia, defectoscopia ultrasonică, electrotensometria.

2. Succesele obținute, care au fost analizate pe larg în 13 referate generale întocmite pe baza celor 80 de comunicări, au fost posibile datorită orientării cercetărilor științifice spre soluționarea problemelor tehnico-economice pe care le ridică dezvoltarea economiei naționale.

3. Este de remarcat faptul că o mare parte a comunicărilor a fost întocmită de specialiști tineri, ceea ce arată o dată în plus eficiența învățămîntului nostru tehnic superior, ca urmare a condițiilor deosebite pe care le-au asigurat și le asigură acestuia conducerea de partid și de stat.

4. Larga participare a specialiștilor din țările socialiste prin prezența a 40 delegați care au prezentat 18 comunicări a prilejuit un prețios schimb de experiență care va contribui — în domeniile consfătuirii — la realizarea obiectivelor colaborării internaționale socialiste.

5. Se recomandă Centrului de cercetări tehnice de la Baza de cercetări științifice din Timișoara a Academiei R.P.R. și Institutului politehnic din Timișoara, organizatorii acestei consfătuiri, ca, ținînd seama de propunerile multiple ridicate în cadrul acestei consfătuiri, să se preocupe în continuare de problemele extinderii experienței înaintate în producție, ale colaborării specialiștilor romîni, precum și ale colaborării cu specialiștii din celelalte țări de democrație populară.

Astfel se va acorda toată atenția orientării cercetărilor — în aceste domenii — spre cele mai actuale probleme ale tehnicii noi, introducerea în producție a metodelor avansate (sudarea sub presiune, sudarea în atmosferă protectoare, sudarea și tăierea cu jet de plasmă, automatizarea proceselor de sudare, introducerea defectoscopiei și controlului nedistructiv etc.). Se va studia cea mai potrivită formă de coordonare a colaborării între specialiștii din țară în domeniul sudurii și al încercărilor de metale.

Se va analiza posibilitatea editării în țară a unei reviste de sudură, care să contribuie la răspîndirea metodelor tehnice avansate. O astfel de revistă ar putea ajuta și la o mai intensă răspîndire a documentelor Institutului internațional de sudură.

Se va studia posibilitatea unificării probelor pentru obținerea certificatelor de calificare a sudorilor. De asemenea, se recomandă să existe preocupări mai susținute în legătură cu problemele școlarizării și cu îmbunătățirea programelor analitice de învățămînt de toate gradele la disciplinele de sudură și încercări de metale. Se va studia în mod special posibilitatea unor forme de școlarizare pentru laboranți în domeniul încercărilor de metale.

Se vor analiza posibilitățile și se vor face propunerile necesare pentru alcătuirea unei comisii de terminologie în domeniul sudurii.

Participanții la a IV-a Consfătuire de sudură și încercări de metale se angajează să valorifice la locurile lor de muncă experiența cîștigată în cursul consfătuirii și totodată cheamă pe toți specialiștii preocupați cu probleme din aceste două domenii să depună toate eforturile pentru introducerea tehnicii noi în producție.

Dezvoltarea industriei petroliere în Republica Socialistă Cehoslovacă

Dezvoltarea industriei de prelucrare a petrolului prezintă pentru Republica Socialistă Cehoslovacă o importanță deosebită în industrializarea țării, prin asigurarea unei aprovizionări permanente cu combustibili lichizi, cu lubrifianți lichizi și solizi, cu cocs de petrol, bitum, parafine, precum și cu materiile prime necesare unei industrii petrochimice. În acest scop, în cadrul celui de-al doilea plan cincinal a fost prevăzută construirea rafinăriei Slovnaft, de lîngă Bratislava. Pînă acum s-a construit prima etapă a acestei rafinării, care asigură prelucrarea țițeiului în combustibili. Anul acesta va intra în funcțiune cea mai mare parte din instalațiile prevăzute pentru prima etapă, urmînd ca restul instalațiilor acestei etape să fie puse în funcțiune în anul viitor. Printre instalațiile construite se enumeră cele de distilare și de cracare și cele de fabricare și prelucrare a uleiurilor. Pentru sortimentele realizate, rafinăria Slovnaft a reușit nu numai să acopere necesarul intern ci să și exporte păcură în Austria, Elveția și Polonia, benzine cu indice octanic între 72 și 96 în Austria și Polonia, precum și anumite sortimente de uleiuri în Elveția, Austria și Olanda.

În cadrul celei de-a doua etape de dezvoltare a rafinăriei, etapă ce a început în cursul acestui an, se prevede construirea unor instalații care să asigure producerea de materiale plastice din materii prime petroliere. Instalațiile acestei etape se

vor realiza pînă în anul 1966. În perspectivă sînt prevăzute încă două etape de dezvoltare, o a treia care se va realiza pînă în anul 1968 şi o a patra pînă în anul 1980.

Tehnologiile folosite la construirea acestei rafinării sînt dintre cele mai moderne. Astfel, în procesul de rafinare relativă a uleiurilor, coloana de extracţie — foarte costisitoare — a fost înlocuită cu o coloană cu disc, al cărui cost este mai redus cu circa o treime. Funcţionarea acestei coloane a fost studiată şi încercată la scară semiindustrială, de către Institutul de cercetări petroliere de la Bratislava. In instalaţiile de prelucrare a uleiurilor, filtrele-presă folosite uzual în instalaţii similare au fost înlocuite cu filtre rotative, mult mai economice. În procesul de prelucrare a parafinei, metoda de rafinare cu acid sulfuric a fost înlocuită cu procedeul de hidrogenare care rezolvă astfel problema gudroanelor acide, deşeuri care nu mai apar.

În procesele de distilare a benzinelor este prevăzută o extracţie a fracţiunii C_5, necesară fabricării cauciucului sintetic.

O atenţie deosebită în construirea acestei rafinării s-a acordat şi instalaţiilor auxiliare. Centrala termică acoperă consumul de abur şi de energie electrică al rafinăriei, excedentul de energie electrică fiind dat în reţeaua publică. La construirea acestei centrale s-a aplicat o serie de elemente de tehnică nouă, care au permis atît reducerea investiţiilor cît şi a cheltuielilor de exploatare. Cazanele de abur sînt construite în aer liber, izolate cu tablă de aluminiu, folosind drept combustibil gaze de rafinărie.

Un rol nu mai puţin important s-a acordat automatizării instalaţiilor. Astfel în cadrul blocului de ulei diferitele instalaţii sînt comandate fiecare de la cîte un panou central. Pînă în anul 1965 se prevede introducerea unor dispozitive de automatizare completă a întregului bloc de ulei, pe baza unor maşini de calcul cu fişe perforate. O asemenea instalaţie va examina simultan circa 300 parametri de serviciu.

Instalaţii similare sînt în curs de execuţie şi pentru celelalte fabricaţii ale rafinăriei, în vederea asigurării unei productivităţi optime şi a unei producţii de calitate superioară constantă.

Informaţii Economice

Situaţia petrolului în regiunea Mării Caraibilor

Lupta eroică a poporului cuban pentru independenţa ţării sale ţine vie atenţia opiniei publice mondiale spre regiunea geografică cunoscută sub numele de Marea Caraibilor, denumită şi Marea Antilelor.

Această zonă geografică este şi una din importantele regiuni petroliere ale lumii, Venezuela ocupînd pînă în anul 1960 locul al doilea în lume, iar din anul 1961, cînd a fost întrecută de U.R.S.S., a trecut pe locul al 3-lea cu o producţie de 154,8 milioane tone.

Extracţia de ţiţei a început în Venezuela în anul 1917, dar de atunci a crescut an de an, mai ales prin intrarea în arenă şi a celor două mari trusturi petroliere Standard Oil şi Royal Dutch Shell, primul asigurîndu-şi o participaţie de 40% din terenurile petroliere ale acestei ţări, iar al doilea 25,4%.

Dar situaţia petrolului din regiunea Mării Caraibilor prezintă unele aspecte deosebite de exploatare capitalistă. Este bine cunoscută politica ţărilor capitaliste avansate, de a folosi ţările slab dezvoltate ca surse de materii prime. Astfel, şi ţiţeiul Venezuelei, principala bogăţie a acestei ţări, ca şi cel al Orientului mijlociu, ia drumul exportului, în special sub această formă brută, spre ţările consumatoare. În ultimii ani, de cînd extracţia de ţiţei a Statelor Unite nu mai reuşeşte să acopere nevoile consumului, ţiţeiul Venezuelei completează în cea mai mare măsură deficitul american.

În Venezuela s-au construit, evident tot de trusturile capitaliste, în total 15 rafinării de petrol, cu o capacitate totală de prelucrare de 44,5 milioane t/an, din care 7,3 t capacitate de cracare. Aşadar, la o extracţie de 154,8 mil. t se pot prelucra în interiorul ţării numai 44,5 mil.t, adică 28,6% din producţia totală de ţiţei, iar diferenţa de 110 mil. t se vinde ca atare altor ţări care-l prelucrează.

Spre deosebire de Statele Unite, care importă din Venezuela în special ţiţei şi prelucrarea — deci valorificarea acestuia — şi-o face acasă şi-şi asigură astfel beneficii mult mai mari, Olanda prin trustul Royal Dutch Shell are o altă politică de exploatare.

În imediata vecinătate a coastelor Venezuelei — deci în Marea Caraibilor — Olanda posedă încă din anul 1634 şase insule minuscule care au — toate laolaltă — 961 km² deci cît suprafaţa Bucureştiului (care este de 970 km²). Cea mai importantă din aceste insule este Curaçao în care se găseşte şi capitala (Willemstad) şi care are o suprafaţă de 443 km², deci mai mică decît Constanţa (care are 530 km²).

Trustul petrolier anglo-olandez Dutch Shell a construit în această colonie 2 rafinării cu o capacitate totală de prelucrare de 30,7 milioane t/an, fiind dintre cele mai mari din lume.

Harta Mării Caraibilor.

Astfel, din Venezuela, bogată în ţiţei şi cu capacitate insuficientă de prelucrare, ţiţeiul este dus (mai ales prin conducte)

în aceste insule olandeze, unde nu se găseşte nici o picătură de ţiţei, dar unde se face prelucrarea celui venit din Venezuela.

Trustul anglo-olandez aduce aşa dar ţiţei ieftin din Venezuela, îl prelucrează şi vinde apoi produse finite scumpe, realizînd astfel beneficii deosebite. Prelucrarea superioară a ţiţeiului din Antilele olandeze se poate vedea şi din faptul că la o capacitate de prelucrare de 30,7 milioane t/an instalaţiile de cracare reprezintă o capacitate de 21,7 milioane t/an.

Antilele olandeze, deşi posedă numai două rafinării din cele 616 cîte sînt în toate ţările capitaliste, deci 0,3%, acestea reprezintă o capacitate de prelucrare de 30,7 milioane t, adică 3,1% din capacitatea totală de prelucrare a ţărilor capitaliste şi 4,7% din capacitatea de cracare a statelor capitaliste.

Este interesant de subliniat că Antilele olandeze au o populaţie totală de 190 000 locuitori din care numai 1 600 sînt olandezi.

Exportul de produse petroliere al Antilelor olandeze se îndreaptă în special spre Olanda, Marea Britanie, R. F. Germană, S.U.A. şi Belgia.

Tot în Marea Caraibilor se mai găseşte şi posesiunea engleză compusă din insulele Trinidad şi Tobago, care au împreună o suprafaţă de 5 128 km² şi o populaţie de 826 000 locuitori. În Trinidad se găseşte şi ţiţei, a cărei producţie a ajuns în anul 1951 la 6,5 milioane tone. În această insulă englezii duc o politică asemănătoare cu olandezii. Au construit 3 rafinării care au o capacitate de prelucrare de 13,6 milioane t/an din care 2,4 milioane t reprezintă capacitatea de cracare. Astfel, instalaţiile de prelucrare din Trinidad sînt de două ori mai mari decît cantitatea de ţiţei pe care o au la dispoziţie în insule. Această supracapacitate a fost construită tot pe baza ţiţeiului din import, în special cel din Venezuela. În ultimul an sînt în construcţie şi alte rafinării de petrol, însă de capacităţi mult mai mici, în Jamaica, Nicaragua şi Costa Rica, ce au la bază tot ţiţeiul din Venezuela. Venezuela are o suprafaţă de 912 070 km² şi o populaţie de 6,7 milioane locuitori. Este sigur însă că venitul poporului venezuelian din marea bogăţie a ţării, petrolul, care susţine 56% din bugetul ţării nu este nici cel puţin cît al celor 1 600 de olandezi care trăiesc în Antilele olandeze şi care valorifică şi exploatează ţiţeiul ţării vecine.

Este un aspect dintre cele mai caracteristice al exploatării ţărilor înapoiate economic de către cele capitaliste cu industrie avansată.

Informaţii Tehnice

CONSTRUIREA UNEI REŢELE DE GAZE NATURALE Reţeaua de conducte de gaze naturale va avea o lungime totală de 520 km şi va transporta gazele naturale din Sahara în Europa. Costul acestei reţele va fi de circa 9 milioane de lire sterline. Conducta principală va porni de la Canvey Island şi va merge pe o lungime de 320 km pînă la Leeds.

Ramificaţiile vor măsura 200 km.

Conducta principală va avea un diametru de 18" (460 mm), iar ramificaţiile vor avea diametre cuprinse între 6 5/8" şi 14".

Reţeaua va distribui circa 2,5 milioane m³/zi gaze cu o putere calorică de 9 000 kcal/m³, aproape dublu decît valoarea calorică obişnuită a gazelor de oraş.

Capacitatea de transport a conductei este mai mare decît în cazul gazelor obişnuite, deoarece va putea lucra la o presiune de 70 at.

Extinderea pînă la Leeds se va face în primul semestru al anului 1964.

DESCOPERIREA UNOR BOGATE ZĂCĂMINTE DE GAZE NATURALE ÎN UZBEKISTANUL DE SUD În Uzbekistanul de sud s-au descoperit bogate zăcăminte de gaze în nisipurile de la Kazîl-Kum. După datele culese de geofizicieni, acestea sînt tot atît de bogate ca şi zăcămintele de Gazli (Uzbekistan) (cele mai importante din U.R.S.S.). Aceste zăcăminte se găsesc de-a lungul conductei de gaze intercontinentale care se construieşte în prezent şi care va lega Uzbekistanul de Ural. O dată cu terminarea conductei, punerea în exploatare a zăcămintelor de gaze va fi mult uşurată.

SPIRALE PENTRU PREVENIREA ALUNECĂRII CIMENTULUI PE COLOANE Spiralele No-Channel sînt confecţionate din fier rotund laminat la cald cu diametru de 5/8" şi prelucrat pentru a se adapta la toate dimensiunile de coloană. Spiralele fac o înfăşurare completă în jurul coloanei la fiecare 26". Ele sînt livrate în patru lungimi standard de la 2,60 la 2,30 m pentru dimensiunile burlanelor de 4 1/2 pînă la 8 5/8".

Spiralele sînt de obicei montate în schelă; ele sînt înfăşurate strîns pe burlan, apoi sînt împinse de sus în jos pînă la locul potrivit şi după aceea sînt sudate pe coloană.

NOU CURĂŢITOR PENTRU SCHIMBĂTOARELE DE CĂLDURĂ Curăţitorul Fuller tip K-20 constă dintr-un ax rotativ care avansează hidraulic în schimbătorul de căldură. Acest ax este astfel filetat încît pe el se pot monta o perie de curăţat, o coadă de peşte sau alt instrument de raclare care să cureţe depunerile din interiorul tubului. O conductă mică permite utilizarea unui curent de apă sau aer pentru ungerea şi răcirea aparatului de curăţare în timpul avansării sale în tub.

Cu ajutorul unui robinet de control cu patru căi, operatorul controlează viteza de avansare şi de rotaţie a aparatului de curăţare.

CONSTRUIREA UNEI NOI RAFINĂRII Rafinăria de la Feyzin aparţinînd societăţii U.G.P., Franţa va avea la intrarea în funcţiune următoarele instalaţii:

— o instalaţie combinată de distilare atmosferică şi de distilare în vid cu coloane de redistilare şi stabilizare;
— o instalaţie de tratare a benzilor uşoare;
— o instalaţie de reformare catalitică cu capacitate de 337 500 tone/an care va funcţiona după procedeul Institutului francez de petrol;
— o instalaţie de producere a gazelor lichefiate;
— o centrală termică compusă din două cazane cu capacitate de 45 tone/oră; grupul turboalternator va avea o putere de 4 000 kW;
— instalaţiile auxiliare necesare;
— un parc de rezervoare cu o capacitate totală de 450 000 m³.

Rafinăria este amplasată pe viitoarea autostradă Lyon-Viena.

Unul din aspectele deosebite ale acestei rafinării constă în măsurile ce se vor lua pentru a se împiedica impurificarea apelor şi a atmosferei.

Consumul de apă va fi redus foarte mult prin utilizarea de instalaţii de răcire cu aer.

În ceea ce priveşte evitarea impurificării atmosferei este obligatoriu ca coşurile să aibă o înălţime minimă de 90 m, iar evacuarea gazelor să se facă la temperaturi mai mari.

Rafinăria va intra în funcţiune în primăvara anului 1964.

DOCUMENTARE

FORAJ

NOUL DISPOZITIV DE PRINDERE A PRĂJINILOR APU-10

Ekonomiceskaia gazeta nr. 41, 6.X.1962.

Biroul de proiectare al Uzinei centrale de reparaţii mecanice din cadrul industriei petroliere şi gazeifere extractive al Consiliului economic Ceceno—Ingus împreună cu Institutul Ghipronefteməş a proiectat un automat universal pentru apucarea prăjinilor de foraj, APU—10.

Noul automat este construit în forma unor cilindri hidraulici dubli cu unghi de bracare între ei de 180° şi are 3 role motoare. Punctele de contact al acestor role sînt distanţate între ele cu 120°, astfel încît datorită ecartamentului radial al rolelor rămîn invariabile pentru întreaga gamă a diametrului prăjinilor.

O asemenea construcţie permite să se automatizeze operaţiile principale şi auxiliare de înşurubarea, deşurubarea, strîngerea şi slăbirea îmbinărilor filetate la prăjinile de foraj şi burlanele cu diametrul de la 2 7/8″ pînă la 10 3/4″, scurtînd astfel ciclul procesului tehnologic.

APU-10 creează un apreciabil cuplu de torsiune (10 000 kgm), cu transmiterea lui prin racordul special al prăjinii Cuplul poate fi reglat în funcţie de diametrul prăjinilor. Aceasta asigură slăbirea racordurilor speciale la orice tehnologie de foraj (cu masă, cu turbină etc.). Pînă acum alte automate şi mecanisme nu permiteau realizarea acestor condiţii.

Construcţia sistemului dispozitivelor de prindere APU-10 asigură slăbirea racordurilor speciale la prăjinile de foraj independent de starea lor tehnică, de pildă în cazul cînd ele au o formă eliptică, un diametru mai mic etc.

În sistemul de comandă al automatului sînt introduse elemente de comandă după program, ceea ce simplifică în mare măsură utilizarea lui.

Automatul formează un bloc unitar independent cu un dispozitiv de acţionare individual (staţie de pompare). Montajul lui la sondă nu comportă transformarea comunicaţiilor, în afară de conectarea motorului electric.

Utilizarea automatului APU-10 permite reducerea duratei introducerii şi extragerii prăjinilor de foraj şi mărirea productivităţii muncii, simplificarea exploatării instalaţiilor de foraj şi uşurează manevrarea lor.

În prezent Uzina centrală de reparaţii mecanice pune la punct construcţia prototipului acestui dispozitiv.

PRELUNGIREA DURATEI DE SERVICIU A CABLURILOR DE FORAJ

Neftianik nr. 9, 1962, p. 10—12.

Înfăşurarea greşită şi incompletă a cablului pe tobă provoacă smucituri şi şocuri frecvente. În cazul unor sarcini mari aceasta duce la degradarea şi ruperea cablului.

Pentru înfăşurarea corectă a cablului pe toba troliului se folosesc diverse tipuri de dispozitive (cu 2, 4 şi 6 role). Cel mai răspîndit este dispozitivul cu 4 role, totuşi rolele acestui dispozitiv se uzează în scurt timp, provocînd uzura prematură a capătului mobil al cablului de foraj.

De aceea în ultimul timp a început să se folosească un dispozitiv de tip nou pentru înfăşurarea corectă a cablului pe toba troliului.

Dispozitivul se deosebeşte de cel uzual prin aceea că în el în loc de role se folosesc bile de oţel (de la masă), datorită cărora a crescut mult durata de serviciu a dispozitivului.

Acest dispozitiv se compune dintr-un corp, în care în patru lăcaşuri sferice sînt aşezate simetric patru bile de oţel. Cablul de foraj trece printre bile, între care există un spaţiu de trecere cu diametrul de 34 mm, astfel încît dispozitivul poate fi folosit pentru cabluri cu diametrul de 28—32 mm.

Corpul dispozitivului este executat din patru piese identice legate între ele cu ajutorul şuruburilor. O asemenea construcţie permite aşezarea uşoară a dispozitivului pe cablu şi înlocuirea bilelor în caz de reparaţie.

În fantele corpului de ambele părţi se introduc toarte, care servesc pentru suspendarea dispozitivului, operaţie care se face la fel ca şi în cazul dispozitivelor cu role. Toartele se prind cu şuruburi la asamblarea pieselor corpului.

CAP DE SPĂLARE SPECIAL

Neftianik, nr. 8, 1962, p. 13.

De obicei spălarea directă a sondelor se realizează cu ajutorul capului hidraulic şi furtunului. Această metodă implică o serie de neajunsuri : dificultatea înşurubării ţevii respective cu furtun la adăugarea bucăţii în cursul spălării sondei, întreruperea operaţiei de spălare a sondei la adăugarea ţevii următoare, dificultăţile care survin la mutarea furtunului şi capului hidraulic.

La secţiile de reparaţii capitale şi intervenţii de la direcţia de schelă Artemneft se foloseşte cu succes un cap de spălare special, care elimină deficienţele menţionate.

Agregatul de spălare pompează prin capul invers lichidul de spălare, care pătrunde în spaţiul inelar între ţevile de spălare şi coloana de exploatare. Partea superioară a coloanei se izolează dec ea inferioară cu ajutorul unui manşon. Lichidul de circulaţie trece prin gaura unui racord şi prin capul special în ţevile de spălare şi, ieşind printr-un ajutaj, spală dopul de nisip, se ridică împreună cu acesta în spatele ţevilor şi pătrunde prin gaura din capul special în ţevile de spălare.

Folosirea noului cap de spălare simplifică şi uşurează munca lucrătorilor la adăugarea ţevilor ; procesul de spălare devine continuu, prevenindu-se astfel eventuala prindere a ţevilor; operaţia de spălare se accelerează, deoarece se exclud operaţiile de adăugare a ţevii cu capul hidraulic şi furtun.

DISPOZITIV PENTRU CURĂŢAREA DE NOROI A PRĂJINILOR DE FORAJ

Neftianik, nr. 8, 1962, p. 12.

Pentru îmbunătăţirea condiţiilor de muncă la extragerea prăjinilor de foraj din sondă, Institutul unional de cercetări ştiinţifice pentru tehnica securităţii în industria petrolului a elaborat construcţia unui curăţitor de prăjini pentru îndepărtarea noroiului de foraj.

Curăţitorul de prăjini este compus dintr-un corp, în interiorul căruia se află introdus un pachet de elemente elastice din cauciuc, care curăţă prăjina.

În corpul curăţitorului cu diametrul de 400 mm există găuri de trecere cu diametrul 180 mm şi o porţiune strunjită în interior cu diametrul 320 mm. Corpul cu pachetul elastic introdus, care corespunde diametrului prăjinilor curăţate, se închide cu un capac pe şuruburi. prevăzut cu un orificiu cu diametrul tot de 180 mm.

Pachetul se compune din trei inele de cauciuc în grosime de 6—7 mm. Diametrul inelului de cauciuc — 260 mm, iar diametrul orificiului interior se face cu 7—8 mm mai mic decît diametrul prăjinilor utilizate. Inelele de cauciuc se introduc între şaibe metalice şi se unesc între ele cu nituri. Pachetul poate să se deplaseze orizontal în interiorul corpului cu 40 mm.

La începutul extragerii prăjinilor, cînd garnitura este suspendată pe elevator sau pe furca de suport, curăţitorul se aşază pe capătul prăjinii. Coloana se ridică, furca se scoate, iar curăţitorul datorită greutăţii sale proprii se aşază pe masă. Ulterior furca de suport se pune pe curăţitor.

Curăţitorul este astfel construit încît permite mici oscilaţii ale macaralei, şi deci şi ale prăjinilor extrase pînă la 20 mm de la centrul sondei. În cazul unei devieri mai mari de la centrul sondei pachetul se propteşte cu şaibele metalice în corp şi acesta din urmă va aluneca pe suprafaţa mesei. Pachetul de cauciuc, care cuprinde strîns prăjina, curăţînd-o de noroiul de foraj, oscilează împreună cu ea.

După ce se termină extragerea prăjinilor, adică cînd ultima prăjină este suspendată pe furcă, curăţitorul care se află pe masă se scoate.

Curăţitorul de prăjini a fost încercat la o sondă de prospecţiuni structurale şi a dat rezultate bune.

FILTRU CU ŢESĂTURĂ DE KAPRON
Neftianik nr. 6, 1962.

Pentru protejarea pompelor de adîncime împotriva nisipului în U.R.S.S. s-a construit un nou filtru destinat sondelor cu debit redus şi cu formare de dopuri de nisip. Acesta foloseşte ca material filtrant ţesătura de kapron.

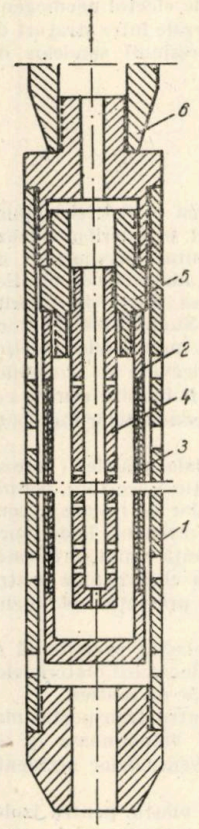


Fig. 1

În corpul filtrului (*2*) din figură se înşurubează prin intermediul reducţiei (*5*) ţeava de absorbţie (*4*) care are practicate orificii de 3 mm diametru. Corpul filtrului se înfăşoară cu 3—4 straturi de pînză de kapron (*3*). Capetele fiecărui strat se fixează de corpul filtrului cu lac de bachelită, iar în acesta se fac orificii de 3—4 mm.

Mantaua de protecţie (*1*) a filtrului se înşurubează la coşul (*6*) al supapei de absorbţie a pompei de adîncime. Corpul şi ţeava de absorbţie a filtrului se confecţionează din ţeavă de 1, respectiv 1,5 ţoli. Lungimea corpului filtrului este de 400—500 mm.

Experienţa arată că dacă numărul orificiilor din mantaua de protecţie este mare, solicitările specifice în sens longitudinal ale pînzei de kapron sînt mai mici, iar durata de folosire mai mare. Pentru asigurarea unei solicitări uniforme a materialului filtrant şi a unui debit constant al lichidului ce trece prin toate secţiunile transversale ale ţevii de absorbţie, numărul orificiilor trebuie să se micşoreze treptat de jos în sus.

Simplitatea construcţiei filtrului descris dă posibilitatea confecţionării lui în atelierele mecanice ale schelelor.

Filtrele cu ţesătură de kapron s-au întrebuinţat cu bune rezultate la sonde cu debit mic, la care se formează dopuri de nisip. Astfel, la sonda nr. 200 de la Trustul petrolier Karagandneft (intervalul filtrului 611 — 615; pompa de adîncime de 32 mm la 656 m, debitul mediu zilnic 1,8 t ţiţei şi 3,5 t apă (pînă la filtrul cu ţesătură de kapron, perioada de funcţionare între două intervenţii era de 5—7 zile. Adeseori sonda era oprită pentru reparaţii din cauza înţepenirii pistonului plonjor în cilindrul pompei de adîncime, înfundării supapelor cu nisip etc. Concentraţia impurităţilor mecanice în probele de lichid luate la gura sondei atingea 7%. După introducerea filtrului cu ţesătură de kapron perioada de funcţionare a sondei între două intervenţii s-a mărit de aproape 6 ori (pînă la 34 zile), iar concentraţia impurităţilor mecanice a scăzut pînă la 1,2%.

DISPOZITIV PENTRU CURĂŢAREA PAŞILOR DE PRĂJINI ÎN TIMPUL EXTRAGERII DIN SONDĂ
Neftianik nr. 6, 1962.

În practica forajului există cîteva procedee de curăţare a paşilor de prăjini la extragerea lor din sondă. În raioanele cu condiţii geologice favorabile din punctul de vedere al lucrărilor de foraj, paşii de prăjini se spală cu apă la extragerea din sondă, iar în raioanele cu structură compusă se şterg cu manşoane de cauciuc, întrucît pătrunderea unui surplus de apă în noroiul de foraj ar duce la pierderea parametrilor stabiliţi ai acestora, ceea ce ar avea ca urmare producerea de complicaţii în gaura de sondă.

Totuşi, datorită uzurii rapide a manşoanelor de cauciuc, acestea nu au găsit o largă întrebuinţare.

La forajul în condiţii specifice se poate folosi un dispozitiv cu care curăţarea paşilor de prăjini se execută cu aer comprimat umezit. Dispozitivul se poate confecţiona cu mijloacele brigăzii de foraj. Din ţeavă de 1 sau 3/4 ţoli (fig. 1) se confecţionează două semiinele (*1*) cu diametrul de 300—350 mm. La capete, semiinelele se leagă prin articulaţia (*2*). Semi-

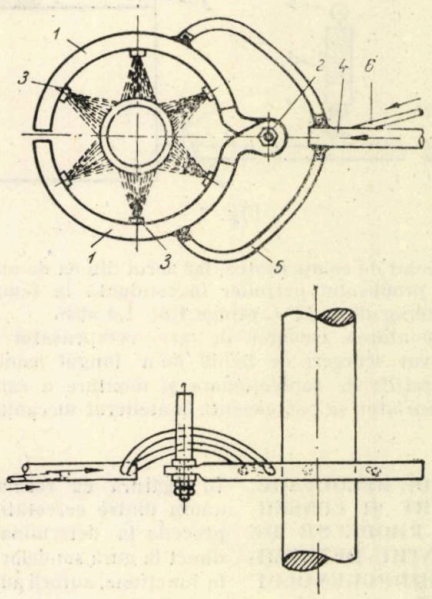


Fig. 1

inelele au în partea interioară cîte trei ştuţuri (*3*) aşezate la distanţe egale unul de altul şi avînd orificiile cu diametrul de 3—4 mm. Este recomandabil ca ştuţurile să se facă demontabile şi cu muchii pentru cheie. Prin ţeava de 1 ţol (*4*) se introduce aer comprimat din reţeaua generală de aer, care ajunge prin furtunurile de durit (*5*) în semiinelele (*1*). La conducta de aer (*4*) se sudează sub un unghi de 10—15° (cu înclinarea în sens opus direcţiei introducerii aerului comprimat) conducta de apă de 1/2 ţol (*6*) aflată în legătură cu conducta magistrală de apă. Robinetele conductelor de apă şi de aer se instalează în locuri uşor accesibile.

În timpul extragerii din sondă a pasului de prăjini ajutorul sondorului pune în funcţiune robinetul de aer şi robinetul de apă. Prin schimbarea diametrului semiinelelor de raport cu diametrul prăjinilor se obţine curăţarea perfectă a paşilor de prăjini extraşi din sondă.

Pentru curăţarea unui pas de prăjini de 25 m se consumă 0,3—0,5 m³ aer şi 0,4—0,6 m³ apă.

Dacă este necesar paşii de prăjini se pot curăţa fără a se folosi presiunea apei. Aerul comprimat cu presiunea de 6—9 atm este suficient pentru o bună curăţare a paşilor de prăjini.

EXTRACŢIE

CAMERĂ DE AER—COMPENSATOR
Neftianik nr. 6,1962.

Instrucţiunile de exploatare tehnică a rezervoarelor de petrol prevăd ca după terminarea operaţiilor de umplere-golire să se închidă ventilele conductelor.

Produsele petroliere aflate în conducte se încălzesc şi se dilată, presiunea în conducte creşte, şi produsul petrolier începe să se prelingă pe lîngă garniturile robinetelor îmbinărilor cu flanşe etc. Pentru a se înlătura pierderile produselor petroliere, la Centrul de depozitare şi desfacere de produse petroliere din Taşkent s-au montat la conducte camere de aer—compensatar (fig. 1).

Pe conducta (*2*) cu robinetele (*1*), ce leagă rezervorul (*5*), se montează camera de aer (*3*) cu manometrul (*4*). Camera de aer se confecţionează din ţeavă de oţel de 150 mm, lungă de 1—1,2 m. La capătul de sus se sudează un ştuţ de 1/12 ţoli cu filet pentru înşurubarea manometrului.

Funcţionarea camerei de aer – compensator este simplă: în cazul dilatării produsului petrolier din conductă (datorită încălzirii aerului), aerul aflat în camera de aer este comprimat cedînd spaţiul produsului petrolier dilatat. Camera de aer

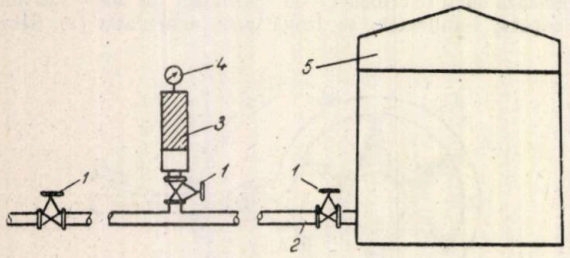


Fig. 1

are astfel rolul de compensator, iar aerul din ea de amortizor. Presiunea produsului petrolier în conductă la temperatura aerului exterior de +32° C atinge 1,3–1,4 atm.

După montarea camerei de aer–compensator nu s-au mai observat scurgeri de lichid de-a lungul conductelor. Toate operaţiile de confecţionare şi montare a camerei de aer–compensator se pot executa în atelierul mecanic al centrului.

METODĂ DE RECOLTARE, TRANSPORT ŞI CONSERVARE A PROBELOR DE GAZE PENTRU DETERMINAREA HIDROGENULUI SULFURAT

Gazovaia promîşlennost nr. 2, 1962, p. 13–16.

În legătură cu recomandarea unora dintre cercetători de a proceda la determinarea H_2S direct la gura sondelor de gaze în funcţiune, autorii au efectuat experienţe pentru determinarea H_2S direct la gura sondelor de gaze în funcţiune şi pentru determinarea H_2S atît în probele de strat cît şi în probele recoltate la gura sondelor oprite şi a celor care lucrează la diferite regimuri.

Rezultatele obţinute arată că proporţia de H_2S în probele de gaze luate la gura sondelor oprite este mai mică decît în gazele din strat şi mult mai mică faţă de probele recoltate la gura sondelor în funcţiune.

S-a constatat că rezultatele determinărilor cantitative ale hidrogenului sulfurat în gaze, efectuate chiar la gura sondelor în funcţiune, sînt influenţate nu numai de reacţia chimică a H_2S cu metalul coloanei, dar şi de alte procese care au loc la gura sondei.

Cantitatea de hidrogen sulfurat în gaze, determinată direct la gura unei sonde în funcţiune, depinde de regimul de lucru al sondei şi poate fi estimată pentru fiecare sondă după rezultatele determinărilor H_2S la lucrul la regimul optim.

Proporţia de hidrogen sulfurat în gazele din strat se poate determina după probele recoltate cu un aparat de luat probe de fund de tipul PD–3M, cu condiţia ca determinarea să fie efectuată direct la sondă în cel mult două ore de la luarea probei.

Pentru izolarea suprafeţei interioare a aparatului de luat probe autorii recomandă utilizarea lacului de bachelită.

Aparatele de luat probe, prevăzute cu izolaţia cavităţii interioare, se pot folosi şi pentru transportul probelor de gaze în vederea determinării ulterioare a hidrogenului sulfurat.

GAZE NATURALE

EFECTUL TURBULENŢEI ASUPRA CURGERII GAZELOR NATURALE PRIN MEDII POROASE

Journal of Petroleum Technology nr. 7, 1962.

Natura şi limitele valabilităţii legii lui Darcy aplicată la curgerea gazelor naturale prin medii poroase a fost studiată în scopul de a rezolva unele aspecte contrarii ale efectului turbulenţei asupra căderilor de presiune. În articol este arătată echivalenţa dintre diferitele concepţii şi puncte de vedere exprimate în trecut de diferiţi cercetători, pentru a explica cum şi de ce o sondă de gaze nu se comportă conform legii lui Darcy.

Pornind de la ecuaţiile generale de curgere a fluidelor prin medii poroase, a fost dedusă o ecuaţie diferenţială parţială, care exprimă în mod exact curgerea la toate debitele.

Această ecuaţie a fost rezolvată numeric, folosind un calculator cifric I.B.M. 704. Rezultatele obţinute permit întocmirea unor diagrame cu curbe de distribuţie neuniformă a presiunii radiale, după care se pot construi curbe izocrone de contrapresiune. Aceste curbe de contrapresiune arată efectul factorului β asupra înclinării curbei de contrapresiune.

Calculele indică, de asemenea, că raza de drenare pentru o sondă de gaze cu curgere turbulentă se propagă cu o viteză care depinde de debitul sondei. Aceasta diferă complet de cazul curgerii în regim laminar a lichidelor sau gazelor naturale.

În afară de aceasta, s-a ţinut seama de efectul neomogenităţii zăcămîntului şi al curgerii transversale între straturi de diferite permeabilităţi asupra contrapresiunii sondelor de gaze.

TRANSPORT

PROTEJAREA CONDUCTELOR SUBTERANE CONTRA COROZIUNII CU AJUTORUL BENZILOR DIN MATERIAL PLASTIC

Azerbaidjanskoe neftianoe hoziaistvo nr. 8, 1962, p. 45–46

Dezvoltarea industriei chimice în sectorul polimerilor creează pentru viitor perspective de folosire a materialelor plastice pe o scară largă, în diferite domenii. Stabilitatea chimică ridicată a materialelor plastice le face adecvate şi economice pentru a fi folosite contra coroziunii şi în special pentru protejarea conductelor îngropate în soluri bogate în săruri.

Acoperirile de protecţie din materiale plastice, care se aplică pe conducte în procesul de fabricaţie a acestora, permit realizarea mecanizării complete a lucrărilor de izolare a conductelor, obţinîndu-se totodată acoperiri rezistente la acţiunea gazelor şi a apei şi care prezintă o rezistenţă chimică ridicată, ceea ce permite reducerea importantă a cheltuielilor pentru instalarea şi exploatarea sistemelor de protecţie electrochimică.

Folosirea acoperirilor din material plastic permite să se renunţe la operaţii legate de necesitatea încălzirii materialelor în cazul acoperirilor cu bitum, în condiţiile de şantier.

De asemenea, se reduc cheltuielile pentru transportul materialelor, combustibilului şi aparaturii voluminoase şi se exclude în acelaşi timp posibilitatea eventualelor accidente de muncă.

Problema alegerii tipului de material plastic pentru izolarea conductelor este foarte importantă, iar criteriul în acest sens este gradul de rezistenţă la îmbătrînire a acestor materiale în sol; de asemenea, nu se va ţine seamă de modul cum se comportă acesta într-un component oarecare al solului (apă, soluţie de săruri etc.), ci de influenţa pe care o exercită solul ca atare.

Pentru protejarea conductelor urmează să fie folosite materialele plastice elastice, cu o mare rezistenţă mecanică, rezistenţă la îmbătrînire, puţin costisitoare şi cu proprietăţi electroizolante ridicate.

În articol sînt expuse rezultatele obţinute la încercarea poliamidei, policlorurii de vinil şi a polietilenei. Peliculele din fluoroplast au fost supuse la încercare nu pentru că acesta prezintă perspective speciale în viitor, ci pentru compararea acestuia cu celelalte materiale, ca fiind un material foarte rezistent la coroziune.

Îmbătrînirea polimerilor se datoreşte în special condiţiilor în care se desfăşoară procesele legate de acţiunea oxigenului, luminii, căldurii şi factorilor de radiaţie, precum şi altor factori. Cauzele îmbătrînirii pot fi porvocate de procese pur fizice, cum ar fi, de exemplu, evaporarea componenţilor volatili din polimerii înalţi.

La efectuarea încercărilor cu privire la îmbătrînirea benzilor din material plastic se determină gradul în care variază alungirea acestora, precum şi rezistenţa la rupere.

Pentru încercarea benzilor la rupere şi alungire se foloseşte dinamometrul Scott, cu care se încearcă cauciucul (prevăzut pentru o sarcină de 30 şi 60 kg).

Epruvetele se decupează din bandă de material plastic atît în lungime cît şi în lăţime, deoarece s-a constatat că epruvetele tăiate în diferite direcţii nu prezintă aceleaşi proprietăţi mecanice.

La toate analizele, solul prezintă o umiditate de 20%. Probele de sol sînt supuse în prealabil la fărămiţare şi apoi la cernere prin sită. Epruvetele benzilor din material plastic sînt aşezate în sol în poziţie orizontală. Lăţimea benzilor tăiate este de 30 mm.

Unele epruvete se înfăşoară pe o ţeavă de oţel cu diametrul de 1,5" şi astfel sînt supuse la încercare pentru a stabili acţiunea solului asupra unei singure suprafeţe a benzii.

Rezultatele acestor încercări, efectuate într-un interval de 1 000 zile au arătat că rezistenţa benzilor din poliamidă, supuse la probă în sol, cu folosirea cleiului sau fără folosirea acestuia, practic nu se modifică. Numai în unele cazuri se constată o alungire remanentă oarecum mărită.

Cleiul nu exercită nici o acţiune de protecţie asupra benzilor din poliamidă.

Se constată că epruvetele tăiate în lăţime dintr-o bandă subţire prezintă o rezistenţă mult mai mare decît cele tăiate în lungime, însă la menţinerea în sol a ambelor epruvete acoperite cu un strat de clei această diferenţă dispare. Se pare că aceasta se datoreşte acţiunii de înmuiere a cleiului, care se dizolvă parţial în materialul plastic din care este executată banda respectivă, fără a se constata însă vreo modificare în rezistenţă la epruvetele decupate din bandă, în lungime. La benzile din poliamidă de grosime mai mare, acest fenomen nu se observă, însă se constata că datorită gonflării în cursul încercării creştea într-o oarecare măsură grosimea benzii acoperite cu clei. În acelaşi timp se constată o scădere a elasticităţii (o alungire remanentă redusă) la aceeaşi sarcină.

În urma unor încercări de lungă durată, la benzile din policlorură de vinil se observă chiar o creştere a gradului de rezistenţă, constatîndu-se însă în acelaşi timp o alungire remanentă mai mare, ceea ce denotă apariţia unor procese de modificare în structura materialului plastic în timp, precum şi o oarecare îmbătrînire în sol, care s-a produs în intervalul de timp stabilit pentru încercare, dar care nu a atins proporţii periculoase.

După menţinere în sol, practic, proprietăţile benzilor nu se modifică, însă gradul de rezistenţă al acestora se reduce într-o măsură mult mai mică decît la benzile de poliamidă sau policlorură de vinil.

Benzile din polietilenă se distrug la acţiunea temperaturilor înalte. Stratul de clei aplicat pe bandă frînează admisia oxigenului în masa acestuia din care cauză, la încercări de scurtă durată, nu se observă scăderea rezistenţei benzii. Ţinînd seamă de cele de mai sus, nu se recomandă folosirea polietilenei pentru protejarea conductelor prin care se transportă atît gaze cît şi lichide calde sau încălzite pînă la temperaturi înalte.

La protejarea combinată a conductelor prin izolarea acestora cu benzi din material plastic şi protecţie catodică, în locurile de deteriorare a izolaţiei, pe suprafaţa conductei de oţel ar putea să apară curenţi de polarizare catodică de mare densitate.

Formarea produselor alcaline rezultate din reacţia catodică poate duce la distrugerea benzii din material plastic, care nu este stabilă într-un mediu alcalin.

Pentru a controla cele de mai sus, s-au efectuat încercări în sol umed (20%), bogat în săruri, la diferite intensităţi ale curentului.

Benzile din material plastic (cu lăţimea de 20 mm) se înfăşurau pe racorduri de oţel, acoperite în prealabil cu un strat subţire din acelaşi sol.

Operaţia de mai sus se făcea în scopul formării sub acţiunea curentului, în solul care vine în contact cu conducta, a unor produse rezultate din reacţia catodică, care exercită o anumită influenţă asupra procesului de îmbătrînire a benzilor din material plastic.

Durata operaţiilor de încercare era de 121 zile, la diferite densităţi ale curentului.

În concluzie, trebuie menţionat că deşi fiecare tip de benzi încercat prezenta unele deficienţe, toate au rezistat la încercări de lungă durată.

Aceste încercări au arătat că benzile executate din polimerii arătaţi (poliamidă, policlorură de vinil, polietilenă) pot fi folosite pentru protejarea conductelor îngropate în soluri bogate în săruri, pentru care procedeele pasive actuale cu folosirea bitumurilor nu prezintă suficientă eficacitate.

PRELUCRARE

ECHILIBRUL LICHID — VAPORII SOLUŢIILOR DILUATE

Himiia i tehnologhiia topliv i masel nr. 4, 1962, p. 5—11.

Prin metoda de distilare simplă cu folosirea indicatorilor radioactivi s-au studiat echilibrul lichid vaporii soluţiilor diluate de dicloretan în benzen şi ai clorbenzenului în etilbenzen în intervalul de presiuni 150 — 760 mm col. Hg.

La concentraţia componentului dizolvat sub 1% în greutate, ambele soluţii studiate sînt subordonate legii Henri.

Coeficientul de separare α al soluţiei de dicloretan în benzen poate fi calculat după ecuaţia dată de autor în lucrare. De asemenea se dă ecuaţia care permite calculul coeficientului de separare al soluţiei de clorbenzen în etilbenzen.

Soluţiile de echilibru ale dicloretanului radioactiv în benzen şi ale clorbenzenului radioactiv în etilbenzen se recomandă ca substanţe practice de lucru pentru încercarea coloanelor de rectificare.

CONSFĂTUIREA UNIONALĂ CU TEMA „UTILIZAREA SUBSTANŢELOR ACTIVE LA SUPRAFAŢĂ ÎN INDUSTRIA PETROLULUI

Neftianoe hoziaistvo nr. 10, 1962, p. 68—69.

Între 12 şi 15 iunie 1962, Institutul de cercetări ştiinţifice din Ufa în colaborare cu secţia petroliştilor a Asociaţiei tehnicienilor şi inginerilor din Başkiria a organizat la Ufa o Consfătuire unională în vederea coordonării lucrărilor de cercetare ştiinţifică în domeniul utilizării substanţelor active la suprafaţă în industria petrolului.

La lucrările consfătuirii au participat reprezentanţi ai organizaţiilor de cercetări ştiinţifice din Moscova, Leningrad, Ufa, Baku, Kuibîşev, Groznîi, Saratov, Volgograd, Perm, Krasnodar, Uhta, Bugulma ş.a.

O serie de referate prezentate au fost consacrate utilizării substanţelor active la suprafaţă în vederea intensificării ritmului de exploatare a zăcămintelor de ţiţei şi măririi gradului de recuperare a ţiţeiului din strat.

De asemenea au fost prezentate şi discutate schemele tehnologice ale încercărilor în producţie, efectuate în vederea intensificării extracţiei cu ajutorul introducerii aditivilor activi la suprafaţă, în apa pompată în zăcămintele Arlan şi Pokrovskoe.

O atenţie deosebită a fost consacrată desalinizării şi deshidratării ţiţeiurilor la schelă, prin utilizarea unor dezemulsionanţi de înaltă eficacitate, în vederea reducerii preţului de cost al tratării ţiţeiului.

Din cele 30 de rapoarte prezentate la consfătuire, unele dintre ele au abordat probleme legate de foraj, deschiderea straturilor productive şi punerea în producţie a sondelor nou forate, cu utilizarea substanţelor active la suprafaţă, ca aditiv la lichide de circulaţie, în vederea măririi vitezelor de foraj şi debitelor sondelor.

Numeroase rapoarte şi comunicări au fost consacrate problemelor referitoare la intensificarea extracţiei ţiţeiului prin tratarea zonei de filtru a sondelor de exploatare cu substanţele active la suprafaţă.

Participanţii la consfătuire au discutat problemele legate de utilizarea substanţelor active la suprafaţă, pentru combaterea coroziunii utilajului din schele, studiul acestor aditivi în vederea reducerii costului transportului ţiţeiului şi al produselor petroliere viscoase şi a pierderilor la depozitarea ţiţeiului şi produselor petroliere volatile.

Printre recomandările elaborate în concluziile consfătuirii figurează şi unificarea metodicii de laborator pentru studiul substanţelor active la suprafaţă.

Inovații

Metodă și aparat pentru recuperarea gazolinei din gaze de sondă petroliere sau asemănătoare

La recuperarea gazolinei brute din gazele de sondă petroliere se cunoaște metoda de a trece aceste gaze peste cărbune activ, în care sînt reținute hidrocarburile lichefiabile, și a extrage aceste hidrocarburi prin spălarea cărbunelui cu abur.

Pentru evacuarea apei rămase în cărbune în urma spălării cu abur este, de asemenea, cunoscut că între absorbție (trecerea gazului prin cărbune) și desorbție (perioada de spălare cu abur) se intercalează o perioadă de uscare a cărbunelui cu gaze sărace ieșite de la adsorbție, în prealabil încălzite la o temperatură de 100—160°C, și în unele cazuri o perioadă de răcire cu gaze sărace.

Noua metodă realizată de Nicolae Petcu de la Institutul de cercetări forajextracție — Cîmpina constă în intercalarea între perioada de adsorbție și perioada de uscare a unei scurte perioade de evacuare a aburului rămas în vasul cu cărbune activ în atmosferă pe la partea inferioară a acestuia, adică pe la partea opusă zonei prin care intră aburul în vas. În acest caz adsorberul (vasul cu cărbune activ) are o anumită construcție, și anume are o legătură în plus la partea pe unde iese aburul în cursul spălării, legătură care se pune în comunicație cu un coș de evacuare în atmosferă. Prin adoptarea noii metode, datorită ieșirii pe la partea inferioară a aburului uscat și reducerii la presiunea atmosferică în cursul spălării, crește temperatura straturilor inferioare de cărbune, și de aici rezultă o vaporizare rapidă a apei rămase în cărbune.

Apa și aburul umed, care la folosirea vechii metode erau împinse de gazul de uscare de la partea inferioară a adsorberului către partea superioară și prin aceasta umezeau straturile superioare de cărbune, care aveau o umiditate mai mică decît a straturilor inferioare, sînt evacuate în atmosferă în bună parte conform noii metode. Într-un exemplu de aplicare a noii metode, instalația cuprinde trei adsorbere în care se găsește cărbune activ. Adsorberele au la partea superioară cîte trei legături, fiecare legătură punînd în comunicație adsorberul cu colectorul de abur de spălare *1*, colectorul de gaz sărac pentru uscare *2* și colectorul de gaz sărac care pleacă la consum *3*. În partea inferioară adsorberele au patru legături care pun în comunicație adsorberul cu colectorul de gaz bogat *4*, colectorul de desorbție *5*, colectorul de gaz sărac încălzit *6* și noul colector *7*, pentru evacuarea aburului în atmosferă. Gazul bogat intră de exemplu în adsorberul *I* prin colectorul *4* și iese prin colectorul *2*, trece prin încălzitorul *8* cu gaz, unde se încălzește și intră în adsorberul *II* pentru a usca cărbunele activ, de unde iese în colectorul *3* pentru deshidratare și consum. În acest timp în adsorberul *III* se face desorbția, și anume, din colectorul de abur *1* în adsorber intră abur supraîncălzit, care iese împreună cu hidrocarburile desorbite din cărbune în colectorul *5*, care le conduce în condensator. La sfîrșitul desorbției se închid robinetele de intrare și ieșire a aburului din adsorber și se deschide robinetul de comunicație a adsorberului cu colectorul *7*, care conduce aburul prin coș în atmosferă. Presiunea din adsorberul *III* scade pînă ce se egalează presiunea atmosferică. Cînd suprapresiunea s-a anulat se închide robinetul și se introduce în adsorbitor gazul sărac cald pentru uscare. Ciclul de lucru este următorul: adsorbția 15 min, desorbția 14 min, evacuarea aburului 1 min, uscarea cărbunelui cu gaz sărac cald 15 min.

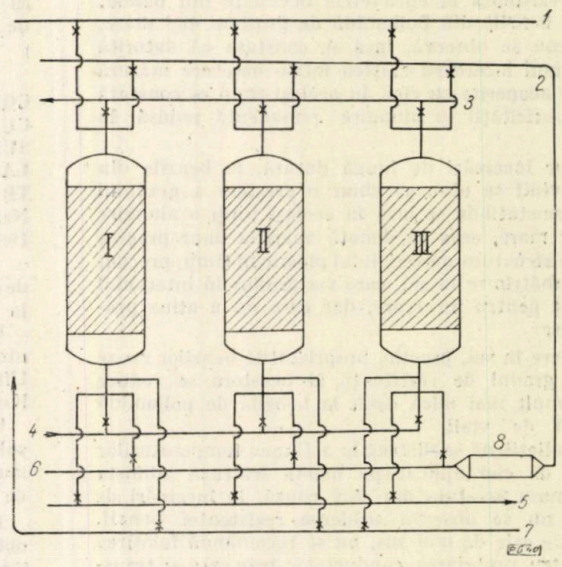


Fig. 1.

Noua metodă prezintă următoarele avantaje:

— uscarea mai bună a cărbunelui, putîndu-se reduce durata unui ciclu sub timpul minim realizat de vechea metodă;

— se evită intrarea plusului de abur în instalația de deshidratare, prin evacuarea acestui abur în atmosferă, prin aceasta făcîndu-se o economie sensibilă de investiții.

BREVETE

Descrierea invenţiei nr. 41789 din R.P.R.

Dispozitiv pentru verificarea coaxialităţii filetului mufelor de legătură a prăjinilor de foraj

GHEORGHE POPA şi PETRE DIMA
Uzina de tuburi „Republica" — Bucureşti

Sistemele de verificare a coaxialităţii mufelor pentru prăjinile de foraj cunoscute folosesc strungul în care se fixează un cap filetat, pe care se înşurubează un capăt al mufei, iar în capătul liber al mufei se înşurubează un cap filetat cu suprafaţa exterioară concentrică cu axa filetului.

Prin rotirea ansamblului cap-mufă se verifică cu un comparator cu talpă dezaxarea filetului mufei, la faţa exterioară a mufei şi pe capul mufei.

Asemenea sistem de verificare prezintă dezvantajul că solicită pentru fiecare sortiment de mufe cîte un strung, iar capul o dată descentrat nu mai poate fi utilizat ulterior cu asigurarea preciziei de verificare prescrise; de asemenea nu permite o verificare directă la maşina de filetare, care să asigure o identificare corectă a poziţiei mufei în momentul filetării.

Pentru înlăturarea acestor dezavantaje, autorii au conceput un dispozitiv, care permite verificarea coaxialităţii filetului la mufele prăjinilor de foraj cu precizie, chiar la locul de prelucrare a filetului mufelor.

Dispozitivul este constituit dintr-un calibru cap conic filetat *1*, pe care sînt fixate, cu şuruburile *2* şi *3*, un inel de ajustare *4*, un dorn cu con Morse *5*, la centru, pe axa calibrului *1*, iar la capătul liber al dornului se roteşte o şaibă *6* pe doi rulmenţi *7* şi *8*, fără joc. În această şaibă se fixează, cu şurubul *9*, tija *10*, pe care se fixează un comparator *11*, al cărui palpator este prevăzut cu o talpă *12*, înclinată după conicitatea filetului mufei, care vine în contact cu trei sau patru spire ale filetului mufei, aşa cum este arătat în detaliul *A* din figura 1.

Folosirea acestui dispozitiv se face prin înşurubarea lui într-unul dintre conurile mufei *13* de verificat, astfel ca talpa *12* a comparatorului să vină în contact cu vîrful filetului liber al mufei, prin rotirea în jurul axei dispozitivului a primului con filetat, indicînd exact pe comparator dezaxarea dintre cele două părţi filetate ale mufei.

Pentru verificarea la distanţa de 300 mm, în partea liberă a mufei se înşurubează un cep filetat *14*, care continuă cilindric pe această lungime cu o prelucrare fină şi concentric cu axa filetului la interior, în care caz comparatorul *11* se fixează pe tija *10*, astfel încît comportorul venind în contact cu interiorul cilindric al capului, prin rotirea sa

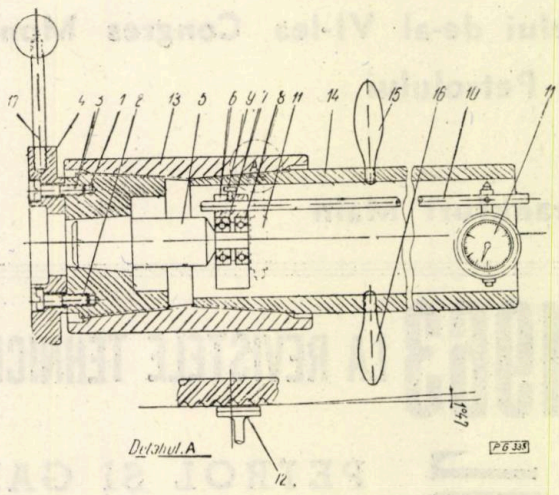


Fig. 1

cu ajutorul celor două mînere *15* şi *16* să determine valoarea dezaxării filetelor mufei.

Faţă de dispozitivele existente, invenţia prezintă următoarele avantaje:

— elimină folosirea strungului pentru operaţia de verificare;

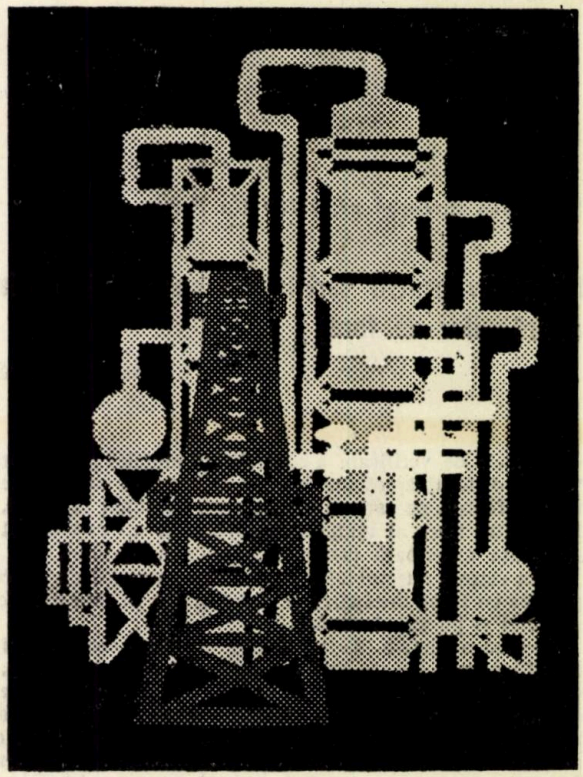
— asigură precizie mărită la verificare;

— micşorează timpul operaţiei de verificare;

— verifică simultan atît coaxialitatea filetului cît şi distanţa de stringere.

INTER-OIL

19 — 26 iunie 1963



Expoziție Internațională cu prilejul celui de-al VI-lea Congres Mondial al Petrolului

Frankfurt / Main

1963 LA REVISTELE TEHNICE ALE INDUSTRIEI PETROLULUI ŞI CHIMIEI

ABONA-ȚIVĂ PENTRU ANUL

PETROL ȘI GAZE
REVISTA DE CHIMIE
CELULOZĂ ȘI HÎRTIE

editate de MINISTERUL INDUSTRIEI PETROLULUI ŞI CHIMIEI — Centrul de Documentare al Industriei Petrolului şi Chimiei în colaborare cu CONSILIUL NAȚIONAL AL INGINERILOR ŞI TEHNICIENILOR DIN R.P.R.

Abonamentele se primesc pe adresa: **Centrul de Documentare al Industriei Petrolului şi Chimiei, Bucureşti, Bd. N. Bălcescu nr. 16, Raionul 30 Decembrie, telef. 13.52.23,** în contul de virament **nr. 0136402-17,** Filiala 30 Decembrie B.R.P.R.

Costul unui abonament anual pentru muncitori, tehnicieni şi ingineri este de **lei 30.**

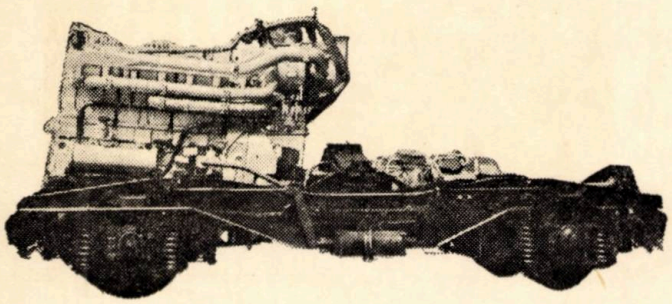
COSTUL UNUI ABONAMENT ANUAL PENTRU INSTITUȚII ESTE:

Petrol şi Gaze	**lei 100**
Revista de Chimie	**lei 160**
Celuloză şi Hîrtie	**lei 100**

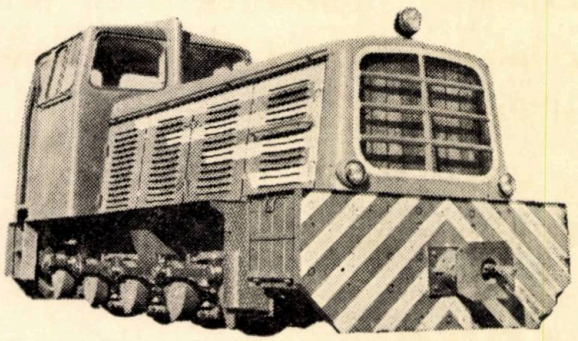
ÜRSZÁGOS MŰSZAKI KÖNYVTÁRTÁS DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT 1983

UZINELE 23 AUGUST BUCUREȘTI execută

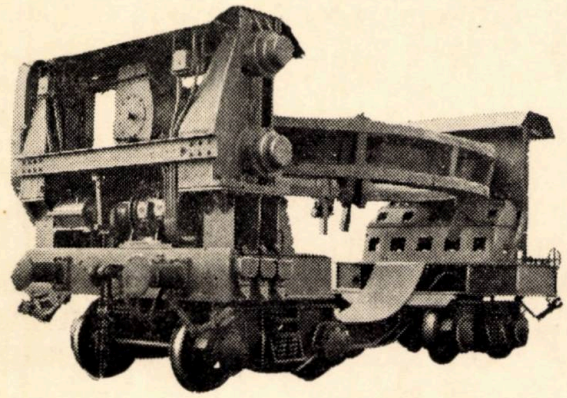
BOGHIU DE AUTOMOTOR CU ECHIPAMENT DIESEL HIDRAULIC DE 600 CP



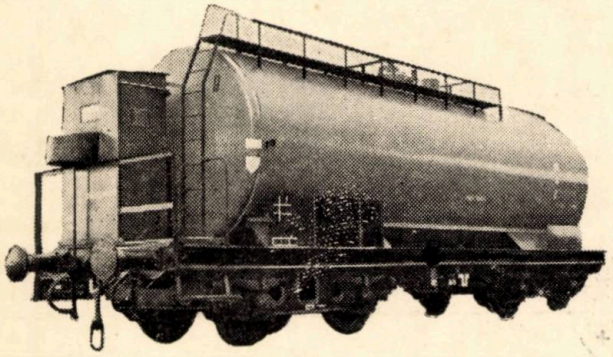
LOCOMOTIVĂ DIESEL DE 120 CP PENTRU ECARTAMENT DE 760 mm



VAGON SIDERURGIC PENTRU TRANSPORTUL ZGUREI



VAGON CISTERNĂ DE 50 t



Agregate și aparataje pentru industria chimică
Agregate și utilaje pentru industria siderurgică
Motoare Diesel de la 100 la 1 000 CP
Linii de ciment de 800 și 1 200 t/zi
Material rulant
Locomotive de manevră pentru cale normală
Automotoare de mare viteză și capacitate
Vagoane cisternă de mare capacitate
Vagoane speciale pentru siderurgie
Frîne cu aer comprimat pentru material rulant

TURNĂTORII ȘI OȚELĂRII

Piese turnate din oțel pînă la 25 t/bucată
Piese turnate din oțel manganos
Piese turnate din fontă
Piese forjate liber
Piese matrițate
Oțeluri aliate de construcții
Oțeluri de scule aliate și rapide

Revista PETROL şI GAZE, organ al Ministerului Industriei Petrolului şi Chimiei şi al Consiliului Naţional al Inginerilor şi Tehnicienilor din R.P.R. (C.N.I.T.). Redacţia: Bucureşti, str. Ion Ghica, nr. 3, raion Tudor Vladimirescu, telefon 16.78.78. Revista este editată de Centrul de documentare al industriei petrolului şi chimiei. Abonamentele pentru biblioteci, cabinetele tehnice, individuale se pot achita în numerar sau în contul nostru de virament: Centrul de documentare al industriei petrolului şi chimiei — Sectorul publicaţiilor tehnice — telefon 13.52.23, Bd. N. Bălcescu, nr. 16, raion 30 Decembrie, cont 136402 — 17 B.R.P.R., Filiala 30 Decembrie, Bucureşti. Tarif pentru întreprinderi lei 100 anual; tarif pentru abonamentele individuale: lei 30 anual. Preţul unui exemplar: lei 5.

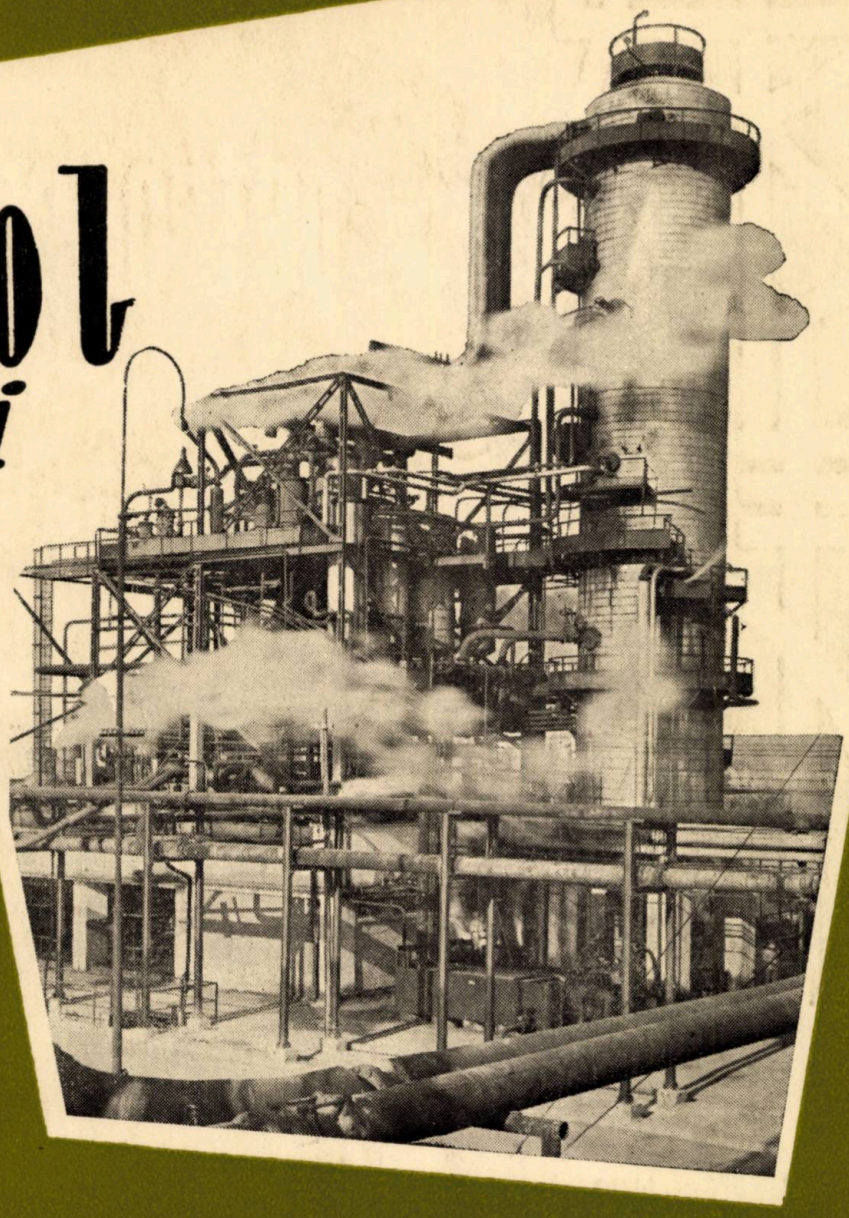
Taxele poştale plătite în numerar conform aprobării D.G.P.Tc. nr. 560/11 759/1962. Tiparul: Întreprinderea Poligrafică nr. 2, Bucureşti — c. 4969

I. P. 2 c. 4969

LEI 5

E 1445

petrol și gaze



2

PETROL ŞI GAZE • Vol. 14 • Nr. 2 • P. 57 — 112 • BUCUREŞTI, 1963

petrolexport

BD. 6 MARTIE Nr. 42 — BUCUREȘTI
TELEFON 15.70.17 • TELEX. 266

livrează prompt și în condiții avantajoase o largă gamă de uleiuri lubrifiante:

cu aditivi sau fără

— Uleiuri pentru motoare cu ardere internă cu o bună stabilitate în condiții variate de temperatură și indice de viscozitate Dean Davis min. 90°.

— Uleiuri pentru turbine caracterizate prin condiții mari de stabilitate și cu capacitate de înaltă dezemulsionare.

— Uleiuri pentru transformatoare și întreruptoare electrice cu o mare stabilitate chimică și puncte joase de congelare ce servesc atît ca izolant cît și ca intermediar de răcire.

— Uleiuri pentru mașini cu abur saturat și supraîncălzit cu temperaturi mari de inflamabilitate.

— Uleiuri industriale destinate ungerii a diverse mașini ce lucrează în regim moderat de temperatură.

— Uleiuri textile cu congelări joase și viscozitate mică.

E1445

CUPRINS

G. V. RUDAKOV: **Cu privire la deosebirea calitativă regională a ţiţeiurilor diferitelor provincii petroliere legată de problemele recuperării ţiţeiului** 57—59

D. SĂLIŞTEANU şi P. GHELFAN: **Determinarea de laborator a vitezelor de propagare a undelor elastice în roci cu ajutorul unei instalaţii de ultrasunete cu impulsuri** 60—67

R. OANCEA: **Determinarea vitezelor ascensionale la forajul sondelor** 68—73

A. PAVEL: **Noi perspective ale aplicării stratului fluidizat în industria petrolieră prelucrătoare, chimică şi petrochimică** 74—75

L. MOTELICĂ: **Influenţa profilului longitudinal asupra capacităţii de transport a conductelor magistrale de gaze.** 76—79

D. GRIGORIU, ST. DESPA, L. MĂZĂREANU, E. ŢIBREA şi M. ILEA: **Echilibrul ternar lichid furfurol—apă—distilate petroliere medii** 80—86

B. SILBERSTEIN: **Cauzele dificultăţilor întîmpinate la transportul prin conductă al ţiţeiului parafinos de Berea** 87—91

A. FORJE: **Controlul nedistructiv al sudurilor la montajul conductelor magistrale pentru transportul ţiţeiului, gazelor şi produselor petroliere** 92—100

I. ANDONE: **Majorarea salariilor muncitorilor din ramura petrol şi gaze** 101—104

A. BĂLĂCESCU: **Spargerea şuberelor din cauza împiedicării dilatării din interiorul lor** 105—108

DOCUMENTARE 109—111

INVENŢII 112

C O M I T E T U L D E R E D A C Ţ I E

Ing. I. NICULESCU, Laureat al Premiului de Stat, redactor responsabil, ing. GH. ALDEA, ing. I. COSTESCU, ing. V. COVRIG, dr. ing. N. CRISTEA, Laureat al Premiului de Stat, dr. ing. AL. DRĂGAN, ing. I. ISTRATE, ing. G. PACOSTE, ing. N. ROŞCA, ing. I. TOCAN, candidat în ştiinţe tehnice, şi ing. A. ZBEREA.

Fotografia de pe coperta I reprezintă instalaţia de distilare a uleiurilor — Rafinăria Teleajen.

СОДЕРЖАНИЕ

Г. В. РУДАКОВ: **О региональном качественном различии нефтей из разных нефтяных провинций, связанном с вопросом нефтеотдачи** 57—59

Д. СЭЛИШТЯНУ и П. ГЕЛЬФАНТ: **Лабораторное определение скорости распространения эластичных волн в породах с помощью ультразвуковой импульсной установки** 60—67

Р. ОАНЧА: **Определение скорости восходящего потока промывочной жидкости при бурении скважин** 68—73

А. ПАВЕЛ: **Новые перспективы применения кипящего слоя в нефтеперерабатывающей, химической и нефтехимической промышленности** 74—75

Л. МОЦЕЛИКЭ: **Влияние продольного профиля на пропускную способность магистральных газопроводов** 76—79

Д. ГРИГОРИУ, Ш. ДЕСПА и МЭЗЭРЯНУ, Е. ЦИБРЯ и М. ИЛЯ: **Тройничное равновесие жидкости фурфурол — вода — средние нефтедистилляты** 80—86

Б ЗИЛЬБЕРШТЕЙН: **Причины затруднений возникших при транспорте парафинистой нефти из Берка по трубопроводам** 87—92

А. ФОРЖЕ: **Недеструктивный контроль сварных швов при монтаже магистральных трубопроводов для транспорта нефти, газа и нефтепродуктов** 92—100

И. АНДОНЕ: **Повышение зарплаты рабочих нефтегазового сектора** 101—104

А. БЭЛЭЧЕСКУ: **Поломка задвижек вследствие отсутствия внутреннего расширения** 105—108

ДОКУМЕНТАЦИЯ 109—111

НОВАТОРСТВО 112

Г. В. Рудаков: **О региональном качественном различии нефтей из разных нефтеносных провинций, связанном с вопросом нефтеотдачи.**

В статье подчеркивается региональное качественное различие нефтей из различных нефтеносных провинций, установленное в результате исследований и анализов содержания смол, асфальтов и серы, обусловливающее удельный вес нефти, динамическую вязкость и следовательно их поведение в пласте. Таким образом подобные исследования румынских нефтей могут содействовать разрешению вопроса нефтеотдачи, при вторичных методах добычи.

ДК 665.51
Petrol şi gaze, 14, 2, стр. 57—59

О. Оанча: **Определение скорости восходящего потока промывочной жидкости при бурении скважин.**

В статье освещается вопрос определения скорости восходящего потока, в зависимости от механической скорости бурения, обеспечивающего в оптимальных условиях удаление разрушаемой породы с забоя скважины, при применении метода, предложенного в работе (5).

Отмечается эффективность результатов, полученных при работах (5) и (6), проведенных при условии применения сжатого газа в качестве циркуляционного агента, а также для случая использования вязко-пластической буровой жидкости. Приводятся номограммы, с помощью которых можно установить оптимальное значение скорости восходящего потока.

ДК 622.24.082
Petrol şi gaze, 14, стр. 68—73

Д. Сэлиштяну и П. Гельфант: **Лабораторное определение скорости распространения эластичных волн в породах с помощью ультразвуковой импульсной установки.**

В статье описывается ультразвуковое приспособление, используемое для измерения на образцах горных пород скорости распространения эластичных волн. Вместе с тем приводятся средние значения скорости для формаций в различных зонах, расположенных в рамках Мезийской платформы.

ДК 622.1 : 550.8
Petrol şi gaze, 14, 2, стр. 60—67

Д. Григориу, Ш. Деспа, И. Мэзэряну, Е. Цибря, М. Иля: **Тройничное равновесие жидкости фурфурол — вода — средние нефтяные дистилляты.**

В статье рассматривается вопрос тройничного жидкостного равновесия фурфурол—вода—средние нефтяные дистилляты, встречаемого в различных этапах технологических процессов в химической и нефтеперебатывающей промышленности. Авторы изучают влияние концентрации компонентов исходной системы и природы дистиллята (содержание ароматических углеводородов и молекулярный вес) на равновесие.

ДК 665.543 : 66.061.5.
Petrol şi Gaze 14, 2, стр. 80—86

Редакция нашего журнала может обеспечить по требованию, высылку более подробных резюме статей, а полные переводы — за соответствующую оплату.

INHALTSVERZEICHNIS

G. V. RUDAKOV: **Über den qualitativen Gebietsunterschied der Erdöle verschiedener Herkunft im Zusammenhang mit Fragen der Erdölrückgewinnung** 57–59

D. SĂLIȘTEANU und P. GHELFAN: **Laborbestimmung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der elastischen Wellen im Gestein mit Hilfe einer Ultraschall-Impulsvorrichtung** 60–67

R. OANCEA: **Die Bestimmung der Steiggeschwindigkeit beim Bohren der Sonden** 68–73

A. PAVEL: **Neue Anwendungsperspektiven der Wirbelschicht in der erdölverarbeitenden, chemischen und petrochemischen Industrie** 74–75

L. MOTELICĂ: **Der Einfluss des Längeprofils auf die Beförderungskapazität der Erdgashauptleitungen** 76–79

D. GRIGORIU, ST. DESPA, I. MĂZĂREANU, E. TIBREA und M. ILEA: **Ternäres Flussigkeitsgleichgewicht Furfurol-Wasser-Erdöldestillat** 80–86

B. SILBERSTEIN: **Die Ursachen der Schwierigkeitn, die bei der Rohrbeförderung des paraffinhaltign Berca-Erdöls auftreten** 87–92

A. FORJE: **Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung der Schweisstellen an den Hauptleitungen für Erdöl, Erdgas und Erdölerzeugnisse** 92–100

I. ANDONE: **Die Erhöhung der Löhne der Arbeiter in der Erdöl-und Erdgasindustrie** 101–104

A. BĂLĂCESCU: **Das Brechen der Schuber durch die Verhinderung der inneren Drehrung** 105–108

DOKUMENTIERUNG 109–111

NEUERUNGEN 112

G. V. RUDAKOV: **Über den qualitativen Gebietsunterschied der Erdöle verschiedener Herkunft im Zusammenhang mit der Frage der Erdölrückgewinnung.**

Im Aufsatz wird der qualitative regionale Unterschied der Erdöle verschiedener Herkunft auf Grund eines Studiums und einer Analyse des Gehalts von Asphaltharzen und Schwefel festgelegt, Stoffe, die das spezifische Gewicht des Erdöls, die dynamische Viskosität und somit das Verhalten des Erdöls in der Lagerschicht bestimmen. Diese Untersuchungen können zur Lösung des Problems im Zusamenhang mit der Rückgewinnung des Erdöls bei der sekundären Förderung beitragen.

DK 665.51
Petrol și gaze, 14, 2, S. 57–59

R. OANCEA: **Die Bestimmung der Steiggeschwindigkeit beim Bohren der Sonden.**

Im Aufsatz wird das Problem der Bestimmung der Steiggeschwindigkeit des Spülstroms im Verhältnis zur mechanischen Bohrgeschwindigkeit untersucht, die das Entfernen des Bohrkleins von der Bohrlochsohle unter optimalen Bedingungen sichert, wobei ein vom Verfasser vorgeschlagenes Verfahren verwendet wird.

Die Untersuchungen wurden für den Fall, dass verdichtete Gase als Fördermittel dienen und für den Fall der Verwendung von Dickspülung vorgenommen. Der Aufsatz entält ferner Nomogramme fur die Bestimmung der optimalen Werte der Steiggeschwindigkeit des Spülstromes.

DK 622.24.082
Petrol și gaze, 14, 2, S. 68–73

D. SĂLIȘTEANU und P. GHELFAN: **Die Laborbestimmung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der elastischen Wellen im Gestein mit Hilfe einer Ultraschallimpulsvorrichtung.**

Die Verfasser beschreiben eine Ultraschallvorrichtung für das Messen der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der elastischen Wellen an Hand von Gesteinproben. Gleichzeitig werden die durchschnittlichen Werte der Geschwindigkeiten für Formationen einiger Zonen innerhalb der moesischen Plattform festgelegt.

DK 622.1 : 550.8
Petrol și gaze, 14, 2, S. 60–67

D. GRIGORIU, ST. DESPA, I. MĂZĂREANU, E. TIBREA und M. ILEA: **Ternäres Flüssigkeitsgleichgewicht Furfurol—Wasser—Erdöldestillat.**

Der Aufsatz behandelt das Problem des ternären Flüssigkeitsgleichgewichts Furfurol—Wasser—mittelschwere Erdöldestillate das in verschiedenen Etappen der technologischen Prozesse in der Chemie-und erdölverarbeitenden Industrie anzutreffen ist. Die Verfasser untersuchen den Einfluss der Konzentration der Anteile des anfänglichen Systems und der Art des Destillats (Gehalt an aromatischen Kohlenwasserstoffen und Molekulargewicht) auf das Gleichgewicht.

DK 665.543 : 66.061.5.
Petrol și gaze, 14, 2, S. 80–86

Die Redaktion der Zeitschrift kann auf Wunsch unentgeltlich ausführlichere Inhaltsangaben der Aufsätze oder die vollkommene Übersetzung des Aufsatzes gegen eine entsprechende Gebühr an den Interessanten zusenden.

SOMMAIRE

G. V. RUDAKOV : **La differenciation qualitative régionale des pétroles bruts des différentes provinces pétrolières et ses rapports avec les problèmes de la récupération du pétrole brut** ..... 57 – 59

S. SĂLIȘTEANU et P. GHELFANE : **La détermination au laboratoire des vitesses de propagation des ondes élastiques dans les roches, à l'aide d'une installation d'ultrasons aux impulsions** ..... 60 – 67

R. OANCEA : **Détermination des vitesses ascensionnelles dans le forage aux sondes** ..... 68 – 73

A. PAVEL : **Nouvelles perspectives de l'application de la couche fluidisée dans l'industrie pétroliere, chimique et pétrochimique** ..... 74 – 75

L. MOTELICĂ : **L'influence du profile longitudinal sur la capacité de transport de conduits magistrales de gaz** 76 – 79

D. GRIGORIU, ST. DESPA, I. MĂZĂREANU, E. TIBREA et M. ILEA : **L'équilibre liquide ternaire furfurole eau – distillats petroliérs moyens** ..... 80 – 86

B. SILBERSTEIN : **Les causes de difficultés de transport par conduite du pétrole brut paraffineux de Berca** 87 – 92

A. FORJE : **Le controle non-destructif des soudures, dans le montage des conduites principales destinées au transport du pétrole brut, des gaz et des produi ts pétroliers** ..... 92 – 100

I. ANDONE : **L'augmentation des salaires des travailleurs du secteur „Pétrol-gaz"** ..... 101 – 104

A. BĂLĂCESCU : **La crevaison des dispositifs de fermeture à cause de l'empechement de leur dilatation intérieure** ..... 105 – 108

DOCUMENTATION ..... 109 – 111

INNOVATIONS 112

C. V. RUDAKOV : **La différenciation qualitative régionale des pétroles bruts des différentes provinces pétrolières et ses rapports avec les problèmes de la récupération du petrole brut.**

L'article fait resortir la différence qualitative régionale qui existe entre les pétroles bruts des différentes provinces pétrolières, établie à base d'études et de l'analyse de la teneur en résines asphaltiques et en soufre, qui determine le poids spécifique et la viscosité dynamique des pétroles bruts et, par consequent, leur comportement dans la couche. L'étude de ces éléments concernant nos pétroles bruts peut contribuer à la solution des problèmes relatif à la récupération des pétroles bruts, dans le cadre des méthodes secondaires d'extraction.

D.C. 665,51
Petrol şi gaze, 14, 2, p. 57 – 59

R. OANCEA : **Détermination des vitesses ascensionnelles dans le forage aux sondes.**

L'auteur examine le problème de l'etablissment de la vitesse du courant ascendant, en fonction de la vitesse mécanique du forage. L'évacuation du détritus de la base de la sonde est assurée dans des conditions optimes.

Les résultats obtenus dans les ouvrages cités avec un gaz comprimé sont également considérés valables dans le cas de l'utilisation d'un fluide visquenx de forage. On présente des nomogrammes permettant de determiner les valeurs optimales de la vitesse du courant ascendant.

D.C. 622.24.082
Petrol şi gaze, 14, 2, p. 68 – 73

D. SĂLIȘTEANU et P. Ghelfane : **La détermination au laboratoire des vitesse des propagation des ondes élastiques dans les roches, á l'aide d'une installation d'ultrasons aux impulsions.**

On présente un dispositif aux ultrasons, adapté aux mesurements sur des échantillons de roche, des vitesses de propagation des ondes élastiques. On fournit également les valeurs moyennes des vitesses, par formation pour quelques zones appartenant à la plateforme mésique.

D.C. 622.1 : 550.8
Petrol şi gaze, 14, 2, p. 60 – 67

D. GRIGORIU, St. DESPA, I. MĂZĂREANU, E. TIBREA et M. ILEA : **L'équilibre liquide ternaire furfurole eau — distillats pétroliers moyens.**

L'article discute le probléme de l'equilibre ternaire : furfurol — eau — distillats pétroliers moyens, que l'on rencontre au cours des diverses étappes des processus technologiques de l'industrie chimique et du pétrole brut. Les auteurs étudient l'influence de la concentration des composants du système initial et de la nature du distillat (teneuren hydrocarbures aromatiques et poids moléculaire) sur l'équilibre mentionné).

D.C. 665.543 : 66.061.5.
Petrol şi gaze, 14, 2, p. 90 – 86

La rédaction des revues peut envoyer gratuitement sur demande de plus amples sommaires des articles ou comtre pajement des traductions complètes.

CONTENTS

G. V. RUDAKOV: **The qualitative regional differentiation of crude oiles from different petroleum districts as connected with crude oil recovery problems** 57–59

D. SĂLIȘTEANU and P. GHELFANE: **Laboratory determination of the propagation speeds of elastic waves in rocks by means of an ultra-sonic impulse installation** 60–67

R. OANCEA: **Determining the ascensional speeds in well drilling.** 68–73

A. PAVEL **New prospects and potential uses of the fluidized layer in the processing chemical and petrochemical industries** 74–75

L. MOTELICĂ: **Influence of the logitudinal profile on the transport capacity of gas pipe lines** 76–79

D. GRIGORIU S. DESPA, I. MĂZĂREANU, E. TIBREA et M. ILEA: **The liquid ternary equilibrium furfurol–water–medium oil distillates** 80–86

B. SILBERSTEIN: **The causes of difficulties met with during conveyance through pipe lines of paraffinous crude oil from Berca** 87–92

A. FORJE: **The non-destructive control of welds on setting up crude oil. gas and oil products conveying main pipe lines** 92–100

I. ANDONE: **Higher salaries for oil and gas workers** 101–104

A. BĂLĂCESCU: **The braking sliders es due to impeded internal dilatation** 105–108

DOCUMENTATION 109–117

INNOVATIONS 112

G. V. RUDAKOV: **The qualitative regional differentiation of crude oils from different petroleum districts as connected with crude oil recovery problems.**

The paper stresses the qualitative regional difference between crude oils from different oil provinces, established on the basis of studies and analyses of asphalte resinous and sulphur contents, which determine the specific weight and dynamic viscosity of crude oils hence their behaviour in the layer.

The study of these elements are expected to contribute to the solution of problems connected with crude oil recovery within the framework of secondary extraction methods.

DC 665.51
Petrol și Gaze 14, 1963, p. 57–59

R. OANCEA: **Determing the ascensional speeds in well drilling.**

This paper discusses the problem of establishing the speed of the ascendant current depending on the mechanical drilling rate. Optimum conditions are provided for evacuating the detritus from the well sole.

The results obtained in using a compressed gas as a circulation agent are considered valuable in the case of viscous drilling fluid. Some nomograms allowing to determine the optimum values of the ascendant current speed are included.

DC 662.24.082
Petrol și Gaze 14, 1963, p. 68–73

D. SĂLIȘTEANU and P. GHELFAN: **Laboratory determination of the propagation speeds of elastic waves in rocks by means of an ultrasonic impulse installation**

The authors present on ultrasonic device adapted to measurement on rock samples of the propagation speed of elastic waves. The mean values of speeds are given by formations for several fones of the Moesic Platform.

DC 622.1:550.8
Petrol și gaze, 14, 2, p. 60–67

D. GRIGORIU, ST. DESPA, L. MĂZĂREANU, E. TIBREA and M. ILEA: **The ternary liquid equilibrium: furfurol-water-medium oil distillates.**

The paper discusses the problem of the ternary equilibrium: furfurol — water — medium oil distillates met with during different stages of the technological processes involved by the chemical and crude oil processing industries. The authors are studying the influence of concentrations in the components of the initial system as well as of the nature of distillates (aromatic hydrocarbons and molecular weight) on this equilibrium.

DC 665.543:66.061.5
Petrol și Gaze 14, 1963, p. 80–86

The editorial board of the magazine can sent at request — free of charge — larger summaries of the articles, and complete translations at cost prize.

Abonați-vă pentru anul 1963

PETROL ŞI GAZE
REVISTA DE CHIMIE
CELULOZĂ ŞI HÎRTIE

editate de MINISTERUL INDUSTRIEI PETROLULUI ŞI CHIMIEI — Centrul de Documentare al Industriei Petrolului și Chimiei în colaborare cu CONSILIUL NAȚIONAL AL INGINERILOR ŞI TEHNICIENILOR DIN R.P.R.

Abonamentele se primesc pe adresa: **Centrul de Documentare al Industriei Petrolului și Chimiei, București, Bd. N. Bălcescu nr. 16, Raionul 30 Decembrie, telef. 13.52.23,** *în contul de virament nr* **0136402-17,** *Filiala 30 Decembrie B.R.P.R.*

Costul unui abonament anual pentru muncitori, tehnicieni şi ingineri este de **lei 30.**

COSTUL UNUI ABONAMENT ANUAL PENTRU INSTITUȚII ESTE:

Petrol şi Gaze	**lei 100**
Revista de Chimie	**lei 160**
Celuloză şi Hîrtie	**lei 100**

petrol și gaze

ANUL XIV Nr. 2 FEBRUARIE 1963
ORGAN AL MINISTERULUI INDUSTRIEI PETROLULUI ȘI CHIMIEI ȘI AL CONSILIULUI NAȚIONAL AL INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN R. P. R.

ORSZÁGOS MUSZAKI KÖNYVTÁRÉS DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT 1883

C.Z. 665.51

Cu privire la deosebirea calitativă regională a țițeiurilor diferitelor provincii petroliere legată de problemele recuperării țițeiului

Ing. G. V. RUDAKOV

Problema deosebirii calitative a țițeiurilor regiunii Volga–Ural, a țițeiurilor din Apșeron și a țițeiurilor romînești prezintă nu numai un interes teoretic legat de geneza lor, dar și un interes practic important din punctul de vedere al cercetării comportării lor în procesele de recuperare din colectoare. Astfel se justifică necesitatea unor generalizări regionale largi, deoarece numai în condițiile acestora sînt excluse cazurile particulare care provoacă denaturări inevitabile în cursul cercetărilor.

După cum se știe, parametrii fizico-chimici ai țițeiurilor și comportarea lor în strat sînt determinate în fond de conținutul lor în substanțe rășinoaso-asfaltice și de proprietatățile lor. Substanțele rășinoaso-asfaltice se pot defini în mod convențional fie prin totalitatea asfaltenelor și a rășinilor asfaltice adsorbite de silicagel (neutre), fie prin gudroane acide (gudron de ulei sau rezidual). Se știe că proba de gudron (GOST 2550-44) dă conținutul total de rășini asfaltice, fără a diferenția natura lor; de aceea valoarea conținutului de gudroane acide a și fost luată de noi drept indicator de plecare.

Deoarece greutatea specifică a rășinilor asfaltice se află între limitele 0,95 și 1,05 [1], rezultă că conținutul lor determină într-o măsură știută greutatea specifică a țițeiurilor.

În figura 1 se prezintă curbele de variație a greutăților specifice ale țițeiurilor din regiunea Volga–Ural și ale țițeiurilor din Apșeron, în funcție de conținutul în gudroane acide, trasate după datele [1–6]. Țițeiurile cercetate provin din depozitele petroliere paleozoice din Bașkiria, Tataria, regiunile Orenburg și Perm, precum și din toate succesiunile petroliere principale ale Apșeronului: Surahanî, Sabunci, Balahanî, NKG, NKP, KS, PK, KaS și alte zăcăminte importante ale peninsulei și arhipelagului Apșeron.

După cum se vede în figura 1, țițeiurile regiunii Volga–Ural și țițeiurile din Apșeron sînt net distincte, astfel încît la aceleași greutăți specifice se observă o mare deosebire în conținutul de substanțe rășinoaso-asfaltice. Acest fapt își găsește explicația în conținutul diferit de sulf ce revine în cea mai mare parte

substanțelor răşinoaso-asfaltice. Fiind raportate după metoda [7] la valorile conținutului de răşini asfaltice fără sulf, plasarea punctelor pentru țițeiurile din regiunea Volga—Ural pe figura 1 se deplasează spre stînga, peste zona de amplasare a țițeiurilor de Apşeron.

În afară de aceasta, trebuie avut de asemenea în vedere faptul că, într-o mare măsură conținutul de sulf determină greutățile moleculare ale răşinilor asfaltice; de exemplu, conform [2], răşinile asfaltice separate din țițeiul din Baitugan, cu un conținut de 2,8% sulf, au greutăți moleculare cuprinse între 765 şi 980, în timp ce răşinile asfaltice separate din țițeiurile din Iarega, cu un conținut de 0,68% sulf, au greutățile moleculare cuprinse între 582 şi 721.

O atare reprezentare a legăturii dintre sulf şi substanțele răşinoaso-asfaltice se explică bine şi de pe poziția paragenezei lor [8].

Pentru confirmarea celor spuse, trebuie subliniat că țițeiurile din Apşeron, după cum se ştie, se deosebesc de țițeiurile regiunii Volga—Ural prin conținutul redus de sulf, care, de obicei, nu depăşeşte 0,30% şi numai rareori atinge, cum este cazul țițeiului zăcămîntului de la Ceahnaglear, valoarea de 0,45%.

În felul acesta, greutatea specifică a țițeiului prin ea însăşi nu reprezintă un criteriu pentru recuperarea țițeiului, ci numai împreună cu conținutul de sulf caracterizează cantitatea şi calitatea răşinilor asfaltice.

Un parametru fizico-chimic important, care defineşte recuperarea țițeiului, îl reprezintă viscozitatea dinamică a țițeiului. În figura 2 se prezintă viscozitatea cîtorva țițeiuri din

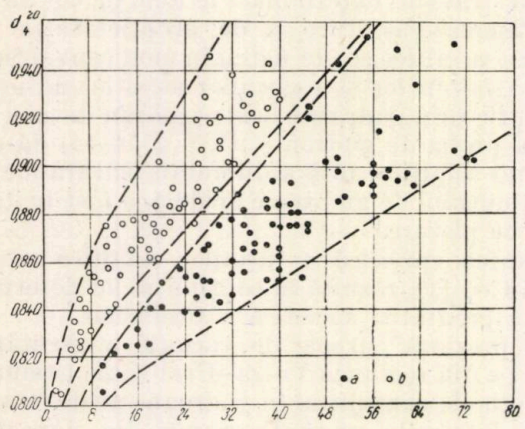


Fig. 1. Relația dintre greutatea specifică a țițeiurilor în g/cm³ şi conținutul de gudroane acide în %:
a — țițeiurile din regiunea Volga—Ural; *b* — țițeiurile din Apşeron;

regiunea Volga—Ural şi din arhipelagul Apşeron, în funcție de conținutul de gudroane acide, după datele din [2] şi [5]. Din figura 2 reiese că unuia şi aceluiaşi conținut de răşini asfaltice îi corespund diferite viscozități ale țițeiurilor acestor provincii petroliere; de exemplu, conținutului de 30% de răşini asfaltice într-un caz îi corespunde viscozitatea de 9 cP, iar în alt caz, cea de 90 cP. Aceasta îşi găseşte

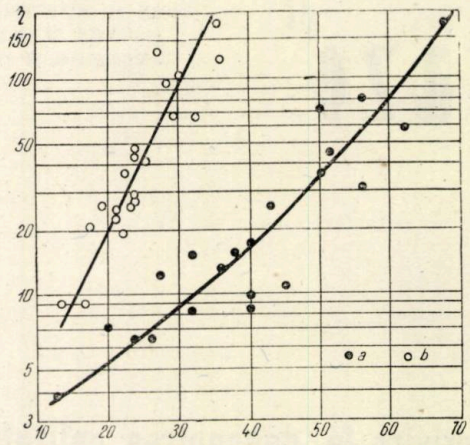


Fig. 2. Relația dintre viscozitatea η_{20} în cP a țițeiurilor şi conținutul de gudroane acide în %:
a — țițeiurile din regiunea Volga—Ural; *b* — țițeiurile din Apşeron;

explicația, în afară de deosebirea în compoziția chimică de grup a țițeiurilor acestor două provincii petroliere [9], de asemenea şi în influența compuşilor organici sulfuroşi, al căror rol în procesul de recuperare a țițeiului încă nu este de loc studiat.

O altă urmare importantă a analizei (fig. 2) o prezintă creşterea diferită a viscozităților în cazul măririi conținutului de răşini asfaltice pentru țițeiurile provinciilor petroliere examinate. Aceasta poate găsi la rîndul său explicația în conținutul diferit de parafină solidă la temperatura obişnuită, parafină care influențează viscozitatea.

În felul acesta, viscozitatea, reflectînd proprietățile intramoleculare ale țițeiurilor, după exemplul din figura 2, arată foarte bine deosebirea dintre țițeiurile regiunilor examinate precum şi, în egală măsură, deosebirea dintre răşinile lor asfaltice. Viscozitatea țițeiului determină, după cum se ştie, recuperarea fără apă a țițeiului. Astfel, o dată cu creşterea viscozității, recuperarea fără apă a țițeiului se reduce [10], în timp ce modificarea viscozității nu influențează asupra recuperării complete, deşi viscozitatea țițeiului determină într-o mare măsură regimul de dislocare [11].

O altă regularitate în deosebirea țițeiurilor din regiunea Volga—Ural de țițeiurile din Apşeron este prezentată în mod evident în figura 3, care arată relația dintre tensiunea interfacială la limita de separație cu apa dulce (erg/cm²) şi conținutul de gudroane acide. Ca şi în figurile 1 şi 2, curbele din figura 3, trasate după datele din [1], [2] şi [12], urmează strict regula de delimitare a țițeiurilor acestor provincii petroliere. Valorile reduse ale $\sigma_{.a}$ şi, prin ur-

mare, valorile mari ale unghiurilor marginale de umectare pentru țițeiurile din Apșeron (fig. 3) se pot într-o oarecare măsură explica prin conținutul lor de acizi naftenici. Astfel,

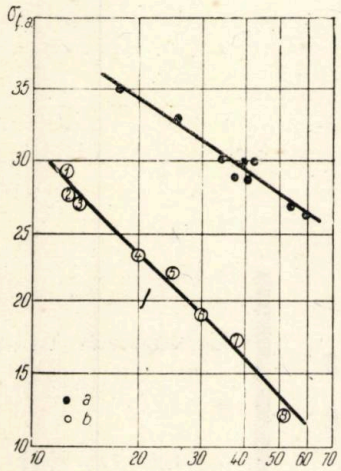


Fig. 3. Relația dintre tensiunea interfacială la limita de separație cu apa dulce $\sigma_{t.a.}$ în erg/cm² și conținutul de gudroane acide în %:
a – țițeiurile din regiunea Volga – Ural; *b* – țițeiurile din Apșeron; *1* – Romanî; *2* – Suharanî; *3* – Balahanî – ușor; *4* – Lok-Batan – parafinos; *5* – Bibieibat; *6* – Binagad; *7* – insula Artema; *8* – Lok-Batan;

conform [3], conținutul în țițeiuri al componenților mai activi — acizi naftenici — poate să ajungă în țițeiul greu din Bibieibat la 1,24%, în cel de la Binagadî — pînă la 1,61%, iar în cel de pe insula Artema — pînă la 1,90%.

După cum au arătat cercetările, de exemplu [13], o dată cu creșterea concentrației de substanțe polare în țiței, adică a rășinilor asfaltice, celelalte condiții rămînînd aceleași se produce cu regularitate o micșorare a recuperării totale a țițeiului. Micșorarea recuperării corespunde unei reduceri a $\sigma_{t.a.}$, precum și a tensiunii de umectare $\sigma_{t.a.} \cos\theta_0$, o dată cu mărirea unghiurilor marginale θ_r (la retragere) și θ (la înaintare). Prin urmare, pe de o parte reducerea $\sigma_{t.a.}$ pentru un țiței oarecare favorizează mărirea recuperării, pe de altă parte, peliculele de țiței cu proprietăți schimbate, care se formează și care măresc rezistența legăturii țițeiului cu suprafața solidului, micșorează recuperarea țițeiului. Întrucît prevalează al doilea factor, reducerea $\sigma_{t.a.}$ duce la micșorarea recuperării.

Această regulă este justă atît pentru țițeiurile din regiunea Volga—Ural cît și pentru cele din Apșeron și își găsește confirmarea în datele experimentale. Atît în primul, cît și în al doilea caz, trebuie luate în considerație nu numai deosebirile în proprietăți ale substanțelor rășinoaso-asfaltice, dar și cele ale apelor de strat și de injecție. Totodată, proprietățile substanțelor rășinoaso-asfaltice se manifestă în primul rînd în rezistența mecanică diferită a învelișurilor apei de dispersie, esențială în fenomenele de coalescență etc.

Examinînd împreună curbele de variație a $\sigma_{t.a.}$ în funcție de gudroanele acide (fig. 3), trebuie trasă o concluzie importantă, și anume aceea că micșorarea recuperării țițeiurilor din Apșeron o dată cu creșterea impurității polare în țiței va fi mai redusă decît micșorarea recuperării țițeiurilor din regiunea Volga—Ural. Această regulă explică într-o oarecare măsură recuperarea redusă a țițeiurilor din Bașkiria [14], în comparație cu recuperarea țițeiurilor din Apșeron [15].

Rezultă deci că deosebirea calitativă a țițeiurilor din regiunea Volga—Ural de țițeiurile din Apșeron este esențială pentru studierea problemei recuperării țițeiului. Cercetarea deosebirilor calitative ale substanțelor rășinoaso-asfaltice din țițeiurile romînești, în lumina conținuturilor lor în sulf și a gradului de oxidare, a funcțiilor chimice și fizico-chimice, precum și a trecerii bitumurilor inferioare în cele superioare etc., trebuie să contribuie mult la rezolvarea problemei măririi recuperării țițeiului din strat cu aplicarea metodelor secundare de exploatare și a substanțelor active de suprafață, adăugate apelor de injecție.

BIBLIOGRAFIE

[1] Dobreanski, A. F. *Geochimia țițeiului.* Gostoptehizdat, Moscova-Leningrad, 1948.

[2] Pavlova, S. N. și alții. *Țițeiurile din raioanele de est ale U.R.S.S.* (îndrumător). Gostoptehizdat, Leningrad, 1953.

[3] Velikovski, A. S., Pavlova, S. N. *Țițeiurile din U.R.S.S.*, Gostoptehizdat, Moscova-Leningrad, 1945.

[4] Ovnatanov, S. T., Tamrazean, G. P. *Cu privire la variația calității țițeiurilor unora dintre zăcămintele peninsulei Apșeron.* Az. Neft. Hoz., nr. 5, 1960, p. 8.

[5] Samedov, F. I., Bureakovski, L. A. *Caracterul țițeiurilor complexului productiv al părții de sud-est a peninsulei Apșeron.* Az. Neft. Hoz, nr. 8, 1958, p. 6.

[6] Karamean, A. A., Ovnatanov, S. T., Tamrazean, G. P. *Cu privire la unele particularități ale țițeiului, gazelor și apei succesiunii Kalin a zăcămîntului Gonsahi.* Az. Neft. Hoz. nr. 6, 1958, p. 7.

[7] Karimov, A. A. *Cercetarea hidrocarburilor aromatice ale țițeiurilor sulfuroase din Baku doi.* Autoreferatul disertației candidatului în științe chimice, VNIGRI, Leningrad 1954.

[8] Rudakov, F. V. *Parageneza sulfului și a substanțelor asfalto-rășinoase ale țițeiurilor din Devonianul și Carboniferul regiunii Volga—Ural.* Gheologhiia nefti i gaza, nr. 11, 1960, p. 15.

[9] Rudakov, G. V. *Analiza formulelor empirice pentru relația dintre viscozitate și temperatură bazată pe unele țițeiuri din Bașkiria.* Lucrările UFNII, fasc. VI, p. 54. Bașknigoizdat, Ufa, 1960.

[10] Babalean, G. A. *Problemele mecanismului recuperării țițeiului.* Azneftevzdat, Baku, 1956.

[11] Ambarțumean, A. P. și alții. *Influența viscozității țițeiului asupra eficienței procesului de inundare.* Az. Neft. Hoz., nr. 3, p. 1956, p. 19.

[12] Sneerson, V. B. *Importanța pentru cercetarea genezei și migrației țițeiului și gazelor a proprietăților acțiunii de suprafață a țițeiului și rocilor colectoare.* Colecția Originea petrolului, Gostoptehizdat, Moscova, 1960, p. 519.

[13] Babalean, G. A., Marhasin, I. L., Rudakov, G. V. *Influența componenților asfalto-rășinoși ai țițeiului asupra filtrației sale.* Lucrările UFNII, fasc. VII, p. 31, Bașknigoizdat, Ufa, 1961.

[14] Permeakov, I. G. *Exploatarea zăcămîntului de țiței de la Tuimazî.* Gostoptehizdat, Moscova, 1959.

[15] Ovnatanov, S. T., Tamrazean, G. P. *Cu privire la coeficientul de extracție a țițeiului după* NKP *din succesiunea zăcămîntului Surahanî.* Neft. Hoz., nr. 10, 1958, nr. 11, 1958.

C.Z. 622.1 : 550.8

Determinarea de laborator a vitezelor de propagare a undelor elastice în roci cu ajutorul unei instalații de ultrasunete cu impulsuri

Ing. SĂLIȘTEANU DANIEL

și

ing. GHELFAN PAVEL

Cunoașterea proprietăților elastice ale rocilor are o importanță deosebită în studiul structurii scoarței terestre. În prospecțiunea seismică, alegerea metodicii celei mai adecvate și interpretarea judicioasă a înregistrărilor (rezolvarea cifrică a problemei directe și inverse a seismicii) nu se pot face decît prin cunoașterea precisă a parametrilor elastici ai mediului geologic. Investigarea seismică a găurilor de sondă (prin carotaj sonic și determinări de laborator) înlesnește corelarea stratigrafică în condițiile unei slabe diferențieri litologice și permite aprecierea proprietăților colectoare și a naturii rocii străbătute. Pe lîngă acestea determinarea în laborator a proprietăților elastice ale rocilor, în condiții speciale de presiune și temperatură, contribuie la cunoașterea structurii de profunzime a scoarței terestre.

Un alt aspect legat de dezvoltarea mijloacelor de laborator pentru determinarea proprietăților elastice este acela al modelărilor seismice. Folosind propagarea impulsurilor de ultrasunete în modele din materiale cu constante elastice cunoscute, pot fi studiate sub aspect cinematic și dinamic procese seismice complicate și se pot verifica prin aceasta soluții tectonico-stratigrafice în diferite unități geologice, ipoteze asupra structurii interne a pămîntului, precum și o serie de rezolvări teoretice ale problemelor propagării undelor elastice.

Ținînd seamă de importanța cunoașterii proprietăților elastice ale rocilor și de stadiul incipient al preocupărilor în acest domeniu, considerăm că prezentarea aparaturii construite la Întreprinderea de laboratoare geologice și a primelor determinări pe eșantioane de rocă a vitezelor de propagare a undelor elastice nu este lipsită de interes.

Deși această aparatură nu este încă adaptată studiului absorbției și dispersiei undelor și nici supunerii eșantionului unor condiții speciale de presiune și temperatură, după cum se știe, cunoașterea chiar numai a parametrului „viteză" este de primă importanță pentru investigarea geofizică. De altfel, după cum a subliniat Knopoff [8], [7], [1], constantele elastice ale unui mediu sînt perfect determinate prin valorile vitezelor a

două dintre tipurile de unde ce se propagă în mediul respectiv şi ale densităţii.

Astfel, cunoscînd V_p şi V_s — vitezele undelor longitudinale şi transversale — şi notînd raportul lor prin a, se obţin, pentru coeficientul lui Poisson σ, pentru modulul de contracţie transversală μ şi pentru modulul lui Young E, expresiile:

$$\sigma = \frac{a^2 - 2}{2(a^2 - 1)}; \qquad (1)$$

$$\mu = V_s^2 \cdot \rho; \qquad (2)$$

$$E = 2\rho\left(\frac{V_p}{a}\right)^2\left[\frac{3a^2 - 4}{2(a^2 - 1)}\right]. \qquad (3)$$

O dată determinaţi parametrii V_p, a, σ, μ şi E, aceştia pot servi la evaluarea prin dependenţe empirice a mărimii permeabilităţii, porozităţii, a gradului de saturaţie cu fluide, a rezistivităţii etc.

Pentru valorificarea geologică a parametrilor elastici, în legătură cu neomogenitatea şi caracterul nereprezentativ al eşantioanelor, este necesar un număr mare de determinări pentru obţinerea unor valori medii pe formaţiuni sau pe tipuri litologice. De asemenea, valorile parametrilor elastici pentru roci cu stratificaţie sînt legate de direcţia propagării undelor ultrasonore, fiind adesea necesară determinarea pentru anumite eşantioane a indicatricei de cvasianizotropie seismică.

În lucrarea de faţă ne propunem — după prezentarea aparaturii folosite — să abordăm, pe baza unui număr încă restrîns de determinări, problema caracterizării proprietăţilor elastice ale formaţiunilor unităţii structurale a Platformei meozice.

APARATURA

Instalaţia pentru determinarea vitezelor de propagare a undelor elastice în probe de rocă construită la I. L. Geo. foloseşte la generarea, recepţionarea şi vizualizarea impulsurilor de ultrasunete şi nu prezintă deosebiri principiale faţă de instalaţiile existente de acelaşi tip [2], [3], [5], [7], [8].

Schema de principiu a instalaţiei (seismoscop) este dată în figura 1. Asupra traductorului piezoelectric emiţător *1* sînt aplicate impulsuri electrice emise la intervale scurte de către generatorul de impulsuri. Impulsurile elastice ce se propagă prin eşantion sînt transformate de traductorul receptor *2* în impulsuri electrice, care după amplificare se aplică la sincroscop.

Între sincroscop şi generator se asigură un circuit de sincronizare a repetiţiei procesului, fapt care permite ca pe ecranul sincroscopului să poată fi vizualizat staţionar tabloul ondulatoriu şi să se măsoare decalajul de timp dintre impulsul emis şi cel recepţionat.

Întrucît desfăşurarea orizontală la sincroscoapele existente nu este riguros calibrată şi nu este liniară în timp, pentru citirea precisă a decalajului dintre impulsuri se foloseşte cel de-al doilea spot al sincroscopului. Pentru aceasta

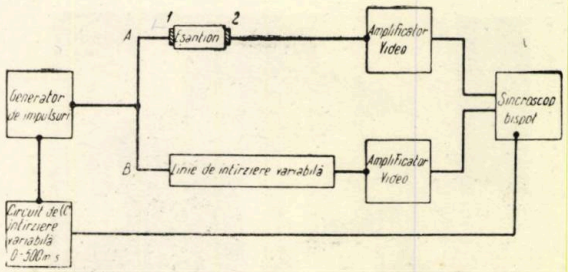


Fig. 1. Schema de principiu a instalaţiei seismoscop.

excitaţia se aplică simultan şi asupra unui mediu lichid cu viteză-etalon B, în care distanţa dintre emiţător şi receptor poate fi variată micrometric. Suprapunîndu-se pe ecranul sincroscopului fronturile impulsurilor recepţionate şi măsurîndu-se lungimea drumului parcurs de ultrasunet în probă şi etalon, se obţine viteza de propagare a undelor elastice în probă prin formula:

$$V = \frac{l_{pr}}{\Delta t} = V_{et}\frac{l_{pr}}{l_{et}}. \qquad (4)$$

La instalaţia construită linia de întîrziere cu lichid-etalon aplicată pe cel de-al doilea spot al sincroscopului poate fi înlocuită printr-un marcator de timp cu intervale de 1 μs, realizat cu ajutorul unui generator-standard de frecvenţă şi conectat după cum se vede în figura 2.

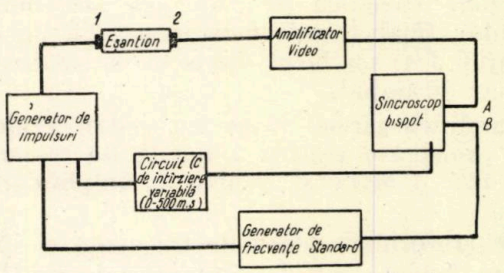


Fig. 2.

De asemenea, pentru mărirea preciziei de citire, impulsurile de pe ecran pot fi deplasate către originea axei de timp, reglînd printr-un circuit de întîrziere C momentul de declanşare a baleiajului sincroscopului. Prin aceasta se realizează aşa-numita „lupă de timp" care permite vizualizarea detaliată a impulsurilor în desfăşurarea de 5 μs a sincroscopului (adică

atunci cînd lățimea de lucru a ecranului corespunde cu 5 μs).

Elementele constructive ale seismoscopului sînt prezentate în figura 3.

Generatorul de impulsuri „Orion 1151" lucrează în regimul impulsurilor video scurte (~ 10 μs) cu amplitudinea de 100 v. Forma

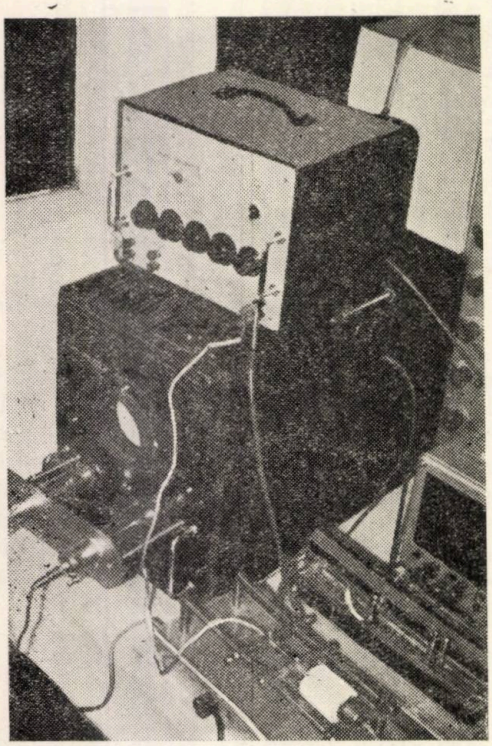


Fig. 3. Aspect general al seismoscopului.

impulsului electric emis este de tip dreptunghiular, cu un front de circa 0,3—0,5 μs. Generatorul a fost astfel modificat încît la bornele de sincronizare s-a adus ieșirea circuitului de întîrziere variabilă (0—500 μs), iar comanda etajului final (multivibrator astabil cu două tuburi 6 J 4) s-a făcut direct de la generatorul primar de impuls.

Amplificatoarele video cu patru etaje au fost proiectate pentru o bandă de trecere de 200 Hz—3 MHz și pentru o amplificare de 250 : 1.

Generatorul-standard de frecvență și sincroscopul bispot sînt de asemenea de tip Orion. Stabilitatea frecvenței folosite la marcarea semnalelor de timp este de ordinul a 2.10^{-6}. Sincroscopul corespunde bine scopului, avînd pentru ambele canale o bandă de 0,5 MHz și desfășurări de timp cuprinse între 5 μs și 10 ms.

Pentru linia de întîrziere s-a folosit ca lichid-etalon apa distilată ($V_{et} = 1\,488$ m/s pentru $t = 20°C$). Lungimea cuvei a fost astfel aleasă încît distanța relativă dintre piezotraductoare să asigure o întîrziere între 0 și 100 μs.

TRADUCTOARELE

Pentru asigurarea adaptării la gama variată a proprietăților de absorbție a rocilor a fost necesară alegerea unor traductoare cu un piezomodul mare, și în acest sens ceramica de titanat de bariu s-a dovedit cea mai indicată. S-au utilizat pastile cu diametrul de 2,5 cm și grosimea de 0,55 cm pentru dispozitivul de transmisie prin eșantion și cu diametrul de 1,0 cm și grosimea 0,55 cm pentru linia de întîrziere. Fixarea pastilelor de TiO_4Ba s-a făcut în doze metalice etanșe cu o față activă.

Adaptarea mecanică a traductorului (și alegerea impedanțelor elastice optime ale materialelor de contact) pentru obținerea maximului de transfer în sarcină s-a făcut pe baza construirii circuitelor electrice echivalente. Pentru doze s-au folosit alama și fierul, cu o grosime a peretelui de 0,02 cm, iar pentru asigurarea contactului intim cu roca, o peliculă de 0,006—0,01 mm de ulei siliconic.

Frecvența predominantă a oscilațiilor ce parcurg roca are mare importanță în legătură cu gama diferită a proprietăților de absorbție ale rocilor, pe de o parte, și, pe de altă parte cu necesitatea de a asigura un front cît mai abrupt al impulsurilor recepționate (practic o frecvență cît mai înaltă și în același timp o amplitudine cît mai mare a oscilațiilor), fără ca pentru aceasta să fie necesară schimbarea frecvenței proprii a traductoarelor de la o rocă la alta. Această frecvență, în cazul folosirii unor eșantioane de 4—12 cm lungime, este de ordinul a 0,5 MHz. Piezotraductoarele cu o frecvență de rezonanță în grosime de 460 kHz folosite de noi au permis obținerea unor ruperi suficient de clare, chiar pentru rocile cretoase, cu un coeficient mare de absorbție.

GABARITUL EȘANTIONULUI

Problema influenței dimensiunilor transversale ale eșantionului de rocă asupra determinării vitezelor a fost abordată într-o serie de lucrări teoretice și practice, ajungîndu-se uneori la concluzii puțin diferite. Într-una dintre ultimele lucrări [4] se trag totuși concluzii practice cu privire la dimensiunile optime ale eșantionului de rocă, în funcție de lungimea de undă a oscilațiilor ce se propagă în regim de impuls.

Se știe că viteza undelor longitudinale în corp masiv, în placă și în bară, este dată de expresiile :

$$\left.\begin{aligned} V_{p_m} &= \sqrt{\frac{E(1-\sigma)}{\rho(1+\sigma)(1-2\sigma)}}\,; \\ V_{p_{p1}} &= \sqrt{\frac{E}{\rho(1-\sigma)}}\,; \\ V_{p_b} &= \sqrt{\frac{E}{\rho}}\,. \end{aligned}\right\} \qquad (5)$$

Experiențele lui O. G. Șamina și C. I. Silaeva [4], efectuate cu bare de alamă de diferite diametre (ca și în [9]), au arătat că, în funcție de raportul dintre raza cilindrului r și lungimea de undă λ_{p_m}, undele longitudinale se pot propaga cu două viteze: V_{r_m} și V_{p_b}, fără să se observe o variație continuă a vitezei, adică fără să se poată construi o curbă a dispersiei geometrice. Aceste rezultate arată că teoria lui Pochhammer pentru oscilații armonice, în care undele în cilindri nu pot depăși viteza V_{p_b} nu este aplicabilă în cazul regimului de impuls. În figura 4 se remarcă zonele valorilor r/λ_{r_m}, în care pot fi măsurate distinct vitezele V_{r_b} și V_{p_m}. Astfel, condiția pentru obținerea la seismoscop a vitezei de bară V_{p_b} este:

$$r/\lambda < 0{,}25 \qquad (6)$$

(pentru o lungime a eșantionului $l > 2\lambda$), iar pentru obținerea vitezei în mediu infinit V_{r_m} condiția este $r/\lambda > 1$.

În cazul traductoarelor noastre $f_{rez} = 460$ kHz, dimensiunea transversală minimă pentru măsurarea corectă a vitezelor V_{r_m} a fost luată:

$$r > 4\lambda \qquad (7)$$

pentru λ variind între 1 mm ($V = 460$ m/s) și 13 mm ($V = 6\,000$ m/s).

Dacă se alege o astfel de frecvență principală de rezonanță a piezotraductoarelor care să satisfacă condiția (6), poate fi determinată viteza V_{p_b}.

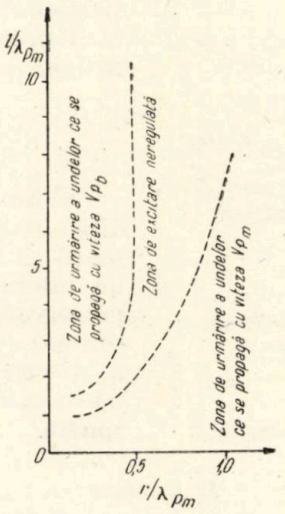


Fig. 4.

Din relațiile:

$$\left.\begin{aligned} \frac{V_{p_b}}{V_{p_m}} &= \sqrt{\frac{1-\sigma-2\sigma}{1-\sigma}}; \\ V_{p_b} &= \sqrt{\frac{E}{\rho}} \end{aligned}\right\} \qquad (8)$$

pot fi determinate astfel constantele elastice σ și E.

PRECIZIA DETERMINĂRILOR

Derivînd parțial funcția (4) după toate variabilele independente (V_{et}, l_{et}, l_{pr}) și aplicînd formulele de calcul al erorilor, obținem pentru eroarea absolută maximă a măsurătorii de viteză expresia:

$$\varepsilon_v = \pm \frac{V_{et}}{l_{et}} \varepsilon_{l_{pr}} + \frac{l_{pr}}{l_{et}} \varepsilon_{V_{et}} + \frac{l_{pr}\, V_{et}}{l_{et}^2} \varepsilon_{l_{et}}, \qquad (9)$$

iar pentru eroarea relativă maximă:

$$\delta_v = \pm \mathrm{d}\,(\ln l_{pr} + \ln l_{et} + \ln V_{et}) = \left(\frac{\varepsilon_{l_{pr}}}{l_{pr}} + \frac{\varepsilon_{l_{et}}}{l_{et}} + \frac{\varepsilon_{V_{et}}}{V_{et}}\right). \qquad (10)$$

Eroarea de citire a lungimii liniei de întîrziere $\varepsilon_{l_{et}}$ este afectată și de eroarea suprapunerii pe ecran a fronturilor impulsurilor. Dacă această ultimă eroare pentru ecranul de 8,7 cm este de ± 1 mm, eroarea de timp introdusă în cazul desfășurării de 5 μs este:

$$1{,}0 \frac{5}{87} = 0{,}058 \ \mu\mathrm{s};$$

ceea ce echivalează cu o eroare suplimentară de $\pm$ 0,087 mm în determinarea mărimii l_{et} ($V_{et} = 1{,}488$ mm/μs).

Estimate larg, mărimile de calcul vor fi: $\varepsilon_{l_{pr}} = \pm 0{,}2$ mm, $\varepsilon_{l_{et}} = \pm 0{,}3$ mm (măsurare la șubler) și $\varepsilon_{V_{et}} = \pm 5$ m/s (pentru o variație a temperaturii de ± 5°C și o impurificare de 2 mg/l).

Pentru probe de 10 cm lungime și viteze de 3 000 m/s, se obține, conform (10), o eroare relativă maximă:

$$\delta_v = \pm 1{,}135\,\%.$$

Valoarea vitezei determinate este deci egală cu:

$$V = 3\,000 \pm 34 \ \mathrm{m/s}.$$

Seismoscopul a fost verificat ca precizie prin determinarea vitezei în cîteva substanțe organice lichide cu înaltă puritate chimică (C_2H_5OH, C_6H_6, $CHCl_3$), folosind un etalon metalic de 20 μs, obținîndu-se [9]:

$$\delta_v = \pm (0{,}34 - 0{,}49)\,\%.$$

CARACTERISTICA DE VITEZĂ A ROCILOR DIN PLATFORMA MOEZICĂ

Deși numărul determinărilor de viteză efectuate cu ajutorul seismoscopului construit este deocamdată foarte redus și deși acesta a avut ca prim scop studierea comportării aparaturii, el permite să se facă o primă caracterizare de viteză a rocilor din Platforma moezică, pe baza unor măsurători de laborator.

Informații cu privire la vitezele medii și la vitezele pe pachete de formațiuni au fost obținute prin sinteza datelor carotajelor seismice

[10], efectuate în procesul de prospectare seismică a Cîmpiei Romîne. În figurile 5 și 6 sînt prezentate hărți ale valorilor vitezelor medii obținute prin seismocarotaje, iar în figura 7 este reprodusă diagrama de viteză a sondei 10 Cîrtojani.

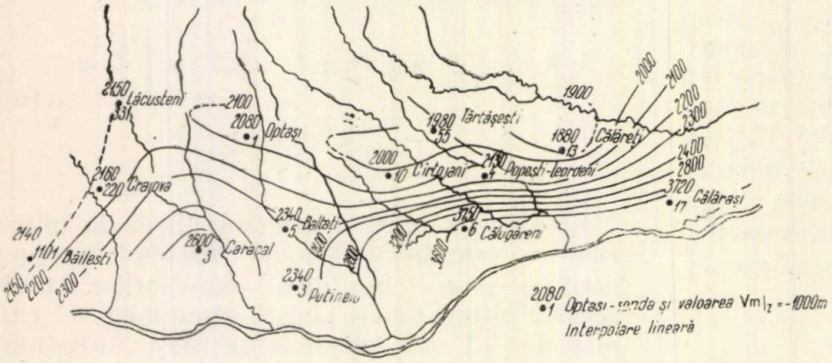


Fig. 5. Platforma moezică. Harta vitezelor medii în planul $Z = -1\,000$ m.

Se remarcă o creștere puternică a valorilor vitezelor medii în legătură cu prezența formațiunilor dolomitico-calcaroase mezozoice, cu o viteză de formațiune de 4 500—5 000 m/s.

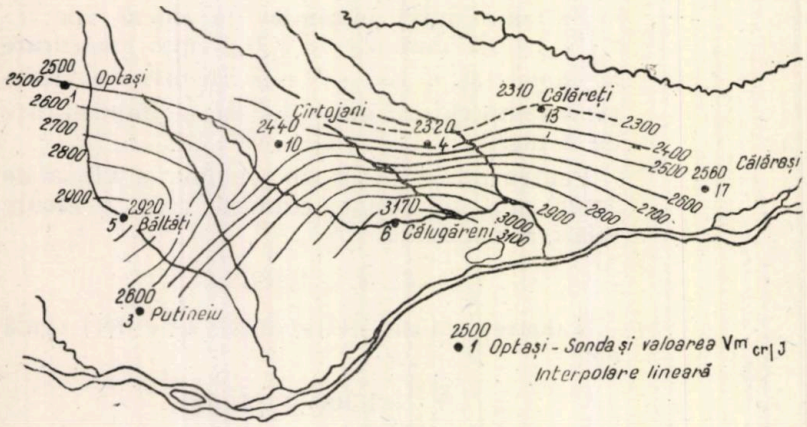


Fig. 6. Platforma moezică. Repartiția vitezelor medii la limita *Cr./J.*

Determinările de laborator ale vitezelor de propagare a undelor longitudinale s-au efectuat pe carote prelucrate sub formă de cilindri de 4—12 cm lungime, cu un diametru de 2—5 cm, provenite din zonele Craiova, Balș, Slatina, Ciurești, Hîrlești, Putineiu, Călărași, Călărești și Videle. Frecvența predominantă a oscilațiilor a fost de 460 kHz, iar citirile s-au efectuat cu ajutorul liniei de întîrziere cu apă. S-au folosit desfășurările de timp de 25 și 5 μs, asigurîndu-se o precizie a măsurătorilor de 2%.

În tabela 1 sînt prezentate valorile vitezelor undelor longitudinale perpendicular pe stratificație $V_p^{\perp}$ pentru roci din formațiuni de vîrste diferite. Valorile medii pentru fiecare tip litologic s-au obținut pe baza determinărilor pe 2—19 probe luate din diferite puncte și de la diferite adîncimi, însă din aceeași formațiune stratigrafică. La efectuarea determinărilor au colaborat H. Pascal și V. Săndulescu.

Din tabela 1 reiese diversitatea mare a valorilor de viteză a rocilor ce compun Platforma moezică. De asemenea, în legătură cu prezența unei cvasianizotropii seismice puternice (între 1,085 și 1,98), sînt necesare foarte multe determinări pe carote pentru a putea fi apreciată valoarea medie a vitezei pe formațiune.

Raportul vitezelor în lungul și perpendicular pe stratificație este exprimat de I. V. Riznicenko [6] prin:

$$\frac{V_{\parallel}}{V_{\perp}} = \frac{\sqrt{\frac{K_{\parallel}}{\rho}}}{\sqrt{\frac{K_{\perp}}{\rho}}} =$$

$$= \frac{1}{H}\left[\int_0^H K(z)\,dz \cdot \int_0^H \frac{dz}{K(z)}\right]^{1/2} \qquad (11)$$

în care valorile $K(z)$ reprezintă elasticitățile straturilor componente. Pentru cazul cel mai simplu, la două straturi cu grosime egală,

$$\frac{V_{\parallel}}{V_{\perp}} = \frac{V_1^2\rho_1 + V_2^2\rho_2}{2V_1V_2\sqrt{\rho_1\rho_2}}. \qquad (12)$$

Studiul cvasianizotropiei, condiționat de folosirea unor traductoare cît mai punctuale, prezintă un interes deosebit în cercetările petrografice. În figura 8 este prezentată indicatricea caracteristică a vitezelor pentru formațiunile marnocalcaroase ale cretacicului mediu.

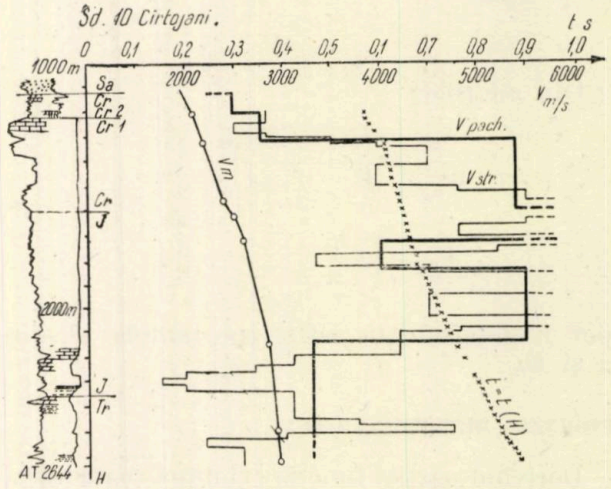


Fig. 7. Informații asupra vitezelor de strat și de pachet obținute prin carotajul seismic.

Tabela 1

Nr. crt.	Vîrsta	Tipul litologic	ρ	$V_p^{\perp}$	Nr. de determinări	$\frac{V_{\parallel}}{V_{\perp}}$
1	2	3	4	5	6	7
	Triasic					
1	Triasic inferior	Argilă roşie compactă		3 322	2	
2	(Bundsandstein)	Gresie cu ciment calcaros	2,25	2 379	1	
3		Gresie calcaroasă		3 210	3	1,98
4		Gresie cu ciment silicios		2 050	1	—
5		Marnă		2 110	1	—
6	Triasic mediu	Calcar fin		5 250	1	—
7	(Muschel-kalk)	Gresie cu ciment calcaros	2,27	2 800	2	1,18
8	Triasic superior (Keuper)	Gresie cu ciment argilos		2 350	1	
9		Argilă compactă		2 381	1	
10		Marnă		2 010	3	
	Jurasic					
11		Argilă nisipoasă		1 895	1	
12	Dogger	Dolomit criptocristalin	2,40	4 680	1	
13		Calcar dolomitic		3 700	1	
14		Gresie calcaroasă	2,32	1 920	6	
15		Gresie slab cimentată	2,30	2 015	2	
16		Gresie cu ciment slab calcaros	2,28	2 520	1	
17		Gresie fină marnoasă		1 965	1	
18		Gresie silicioasă		1 750	2	1,327
19		Marnocalcar		2 630	1	
20		Calcar negru criptocristalin		3 920	1	
21		Calcar oolitic		3 760	2	
22		Gresie nisipoasă		1 625	3	
23	Kellovian	Calcar fin diagenizat		3 843	5	1,285
24		Calcar marnos		3 290	2	1,15
25		Calcar fin		4 550	1	
26	Oxfordian	Calcar fin		4 630	3	1,085
27	Kimmeridgian	Calcar fin		4 780	5	1,175
28		Dolomit		4 520	1	
29		Calcar fin diagenizat		3 400	1	
	Cretacic					
30	Neocomian (nediferenţiat)	Calcar marnos	2,26	4 050	1	
31		Calcar fin		4 550	7	1,17
32		Calcar fin cu elemente detritice		2 890	1	
33		Calcar fin cu foraminifere		2 900	2	
34	Valanginian	Calcar organogen pseudooolitic		3 455	2	
35	Baremian	Calcar fin cu globigerine	2,15	3 320	1	
36		Calcaronit		2 650	2	
37		Calcar	2,30	3 902	1	
38	Apţian	Gresie calcaroasă		3 350	1	
39		Calcar diagenizat		3 130	1	
40		Calcar cu elemente detritice	2,40	3 830	1	
41	Albian	Marnocalcar		3 030	19	1,42
42		Calcar pseudooolitic		3 100	5	1,43
43		Gresie slab calcaroasă	2,38	2 240	3	
44		Calcar fin criptocristalin		4 050	1	
45		Calcar fin		4 400	2	
46		Calcar fin compact		5 075	2	
47		Calcar marnos		4 000	8	1,46
48		Calcar grezos	2,38	3 648	1	
49		Calcar cu globigerine	2,16	3 890	2	
50		Marnă nisipoasă		1 900	1	
51		Calcar dolomitic		3 280	3	
52		Calcar nisipos		2 130	3	1,25

Tabela 1 (continuare)

Nr. crt.	Vîrsta	Tipul litologic	ρ	$V_p^{\perp}$	Nr de determinări	$\frac{V_{\parallel}}{V_{\perp}}$
1	2	3	4	5	6	7
53	Senonian	Calcar fin slab cretos		3 298	9	1,232
54		Calcar cretos		2 590	4	
55		Calcar cretos cu conținut mare de argilă		1 825	4	
56		Gresie calcaroasă	2,38	2 377	2	
57		Calcar	2,45	3 712	3	
	Miocen					
58	Tortonian	Gresie calcaroasă		3 210	1	
59	Sarmațian	Marnă cu elemente detritice		1 400	1	
60		Nisip	2,10	1 425	1	
	Pliocen					
61		Marnă argiloasă		1 170	2	1,215
62		Loess		1 150	1	

Pentru secțiunea litologică tip a formațiunilor din zona Ciurești—Slatina—Craiova, în figura 9 este prezentată caracteristica de viteză a rocilor, pe baza primelor determinări de laborator.

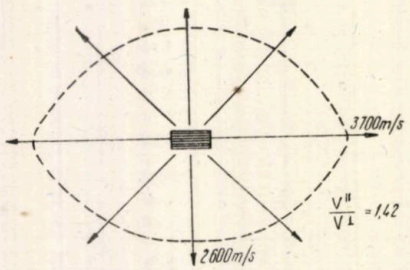


Fig. 8. Indicatricea de cvasianizotropie seismică caracteristică pentru marnocalcarele din albianul Platformei moezice.

Problema caracterizării corecte și complete a proprietăților elastice ale rocilor rămîne deschisă în legătură cu necesitatea studierii dependenței vitezei de presiune și temperatură și determinării absorbției la lungimile de undă folosite în prospecțiunea seismică și a altor parametri elastici (E, σ, V_p/V_s, μ etc.) ai rocilor.

CONCLUZII

Aparatura cu impulsuri de ultrasunete construită la I. L. Geo. permite determinarea cu o precizie de sub 2% a vitezelor de propagare a undelor longitudinale în roci, în condiții de laborator. Perfecționarea acestui tip de aparatură, în sensul folosirii unor traductoare de putere, directive și cu suprafață mică de contact, și a unei filtrări, amortizări și calibrări de amplitudine a impulsurilor, poate permite abordarea complexă a determinărilor constantelor elastice ale rocilor și a modelărilor proceselor seismice. În cadrul I. L. Geo., lucrările continuă în acest sens. În legătură cu importanța deose-

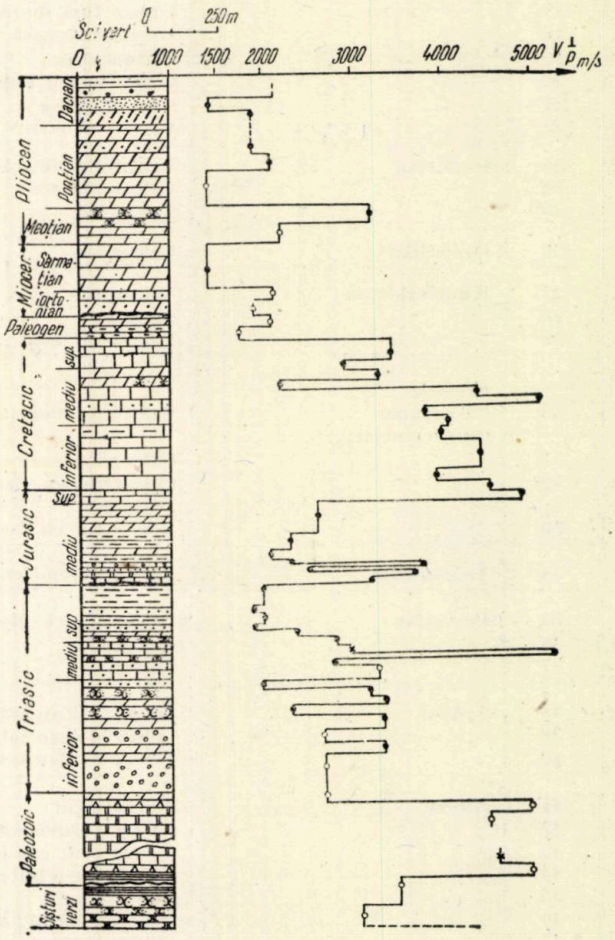


Fig. 9. Caracteristica de viteză a rocilor din secțiunea litologică tip a zonei centrale a Platformei moezice (Slatina-Craiova).

● — determinarea la seismoscop mediată pe formațiune; ○ — valori prin analogie; × — valori deduse din determinări sclerometrice.

bită a studiului de laborator al constantelor elastice ale rocilor pentru investigarea geofizică, este foarte indicată lărgirea preocupărilor în acest domeniu.

BIBLIOGRAFIE

[1] Riznicenko, I. V., Ivakin, B. N. Bugrov, V.R. *Modelarea undelor seismice cu ajutorul impulsurilor ultrasonice.* Izv. A.N. S.S.S.R. Gheof., nr. 5, 1951, nr. 3, 1952.

[2] Riznicenko, I. V., Ivakin, B. N., Bugrov, V. R. *Seismoscopul cu impulsuri ultrasonice.* Izv. A.N. S.S.S.R. Gheof. nr. 1, 1953.

[3] Bolșih, S. F. *Seismoscopul* UZS-2-60. Razved. prom. gheof. nr. 42, 1961.

[4] Silaeva, C. I., Șamina, O. G. *Propagarea impulsurilor elastice în eșantioane de formă cilindrică.* Izv. A.N. S.S.S.R., Gheof., nr. 1, 1958.

[5] Ladefraux, J. *Mesure en laboratoire de la vitesse du son dans les roches sedimentaires consolidées.* Revue de l'Inst. Fr. du Pétrole , nr. 4, 1961.

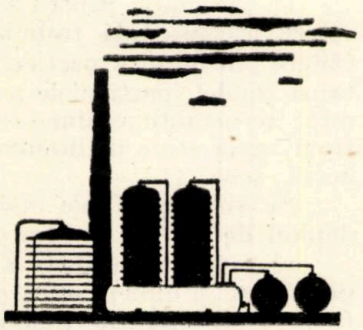
[6] Riznicenko, I. V. *Despre cvasianizotropia seismică.* Izv. A.N. S.S.S.R., Gheof., nr. 6, 1949.

[7] Babikov, O. I. *Ultrasunetul și folosirea lui în industrie.* Gostoptehizdat, 1958.

[8] Bergman, L. *Ultrasunetul și folosirea lui în știință și tehnică.* 1956.

[9] Sălișteanu, D., Ghelfan, P., Pascal, H. *Modelarea proceselor fizice din prospecțiunile seismice.* Fond. I. L. Geo., cma 134, 1961.

[10] Sălișteanu, D. *Sinletizarea datelor carotajelor seismice efectuate în Cimpia romînă pînă în 1959.* Fond. I.P.G.G.-I.L. Geo., 1960.



C.Z. 622.24.082

Determinarea vitezelor ascensionale la forajul sondelor

Ing. R. OANCEA
ICFE – Cîmpina

În lucrarea de față se prezintă un mijloc de determinare a vitezelor ascensionale în spațiul inelar, astfel încît spălarea continuă a găurii de sondă să fie asigurată în timpul forajului, utilizînd o metodă analogă cu cea propusă în lucrarea [5].

În principiu, pentru a fi asigurată evacuarea detritusului, viteza ascensională trebuie să fie mai mare decît viteza de cădere* în noroi a particulelor celor mai frecvent întîlnite la talpa sondei, particulele avînd dimensiunea cea mai des întîlnită; această dimensiune este în funcție de natura terenului, de tipul sapei etc.; în literatura de specialitate există lucrări în acest sens [1]:

Se vor arăta cele mai potrivite viteze ascensionale, care depind de** :

a) viteza de cădere a particulelor în noroi, care depinde de : forma și dimensiunea particulei; greutatea specifică a particulei; proprietățile fluidului de foraj;

b) tipul de instalație folosit, și anume: debitele și presiunile ce pot fi obținute cu această instalație; tipul manifoldului (care influențează asupra pierderilor de presiune cu caracter fix);

c) garnitura de foraj folosită;
d) viteza de avansare a sapei;
e) adîncimea sondei;
f) dimensiunile spațiului inelar;
g) dimensiunile sapei.

Într-adevăr, aceștia sînt parametrii cei mai importanți care intervin în calculul hidraulic al forajului.

În timpul forajului, presiunea la pompele de noroi va trebui să fie suficient de mare pentru a acoperi următoarele căderi de presiune :

— pierderile prin frecările fluidului de foraj în circuitul hidraulic;

---

* S-a luat în considerare numai cazul cînd particulele de rocă nu sînt înglobate în fluidul de foraj.

** Nu se ia în considerare efectul rotației garniturii de prăjini asupra evacuării.

— căderea de presiune utilă, pentru asigurarea evacuării detritusului, și anume: pentru învingerea forțelor de greutate a particulelor; pentru învingerea forțelor de inerție a particulelor.

Pierderile prin frecări sînt funcție de diverși factori și pot fi exprimate aritmetic astfel [2]:

$$P_t = (A_1 + A_2 H)\, Q^{2*}. \qquad (1)$$

Scriindu-le în funcție de viteza în spațiul inelar, se obține:

$$P_t = (B_1 + B_2 H)\, V^2, \qquad (2)$$

în care: B_1, B_2 sînt $A_1 A_{si}^2$, respectiv $A_2 A_{si}^2$, A_{si} fiind suprafața spațiului inelar.

Trebuie observat că termenii A_1 și A_2 au, pentru o anumită garnitură de prăjini, pentru o anumită instalație (manifold), o valoare constantă. Acești termeni pot fi obținuți în practică foarte ușor, făcîndu-se două măsurători de presiune în timpul unei manevre la două adîncimi: *a*) la suprafață; *b*) la adîncimea L.

În continuare se observă că efectul de jet poate fi inclus în acești termeni datorită proporționalității cu pătratul debitului.

Căderea de presiune pentru asigurarea evacuării detritusului este direct proporțională cu debitul de particule, deci implicit cu viteza mecanică de avansare.

Într-adevăr, din ecuația de mișcare a particulei [5],

$$\left.\begin{aligned} m\frac{du}{dt} &= K_1 (V-u) - mg\left(1 - \frac{\gamma_n}{\gamma_p}\right), \\ &\text{pentru regim de curgere laminar,} \\ m\frac{du}{dt} &= K_2 (V-u)^2 - mg\left(1 - \frac{\gamma_n}{\gamma_p}\right), \\ &\text{pentru regim de curgere turbulent,} \end{aligned}\right\} \qquad (3)$$

în care:

m este masa unei particule;

u — viteza particulei în lungul axei sondei**;

V — viteza ascensională a fluidului de foraj;

γ_n, γ_p — greutățile specifice ale fluidului de foraj, respectiv ale materialului sfărîmat;

$K_1 (V-u)$ — forța de antrenare a particulei în regim de curgere laminar***;

$K_2 (V-u)^2$ — forța de antrenare în regim de curgere turbulent,

se observă că forțele ce trebuie echilibrate sînt:

$$F_1 = mg\left(1 - \frac{\gamma_n}{\gamma_p} + \frac{1}{g}\frac{du}{dt}\right), \qquad (4)$$

pentru o singură particulă.

Pentru toate particulele această forță va fi egală cu produsul dintre numărul total de particule și forța necesară pentru o singură particulă.

Numărul de particule aflate în spațiul inelar la o adîncime H poate fi pus sub forma:

$$N = \frac{G_d}{mg}\int_0^{t_0} dt, \qquad (5)$$

în care:

G_d este debitul de detritus (gravimetric);

t_0 — timpul necesar particulelor pentru a ajunge la suprafață, de la adîncimea H (adică tot materialul care se sapă, pînă în momentul în care acesta ajunge la suprafață).

Procesul de foraj este însă continuu, adică avansează cu o viteză mecanică constantă V_m; se presupune că sapa a ajuns la o adîncime H și în timpul t_0, necesar particulelor pentru $V_m t_0$ (V_m rămînînd mai departe constant), noua adîncime fiind $H + V_m t_0$; în timp ce particulele de la această adîncime parcurg spațiul $V_m t_0$, se mai forează o porțiune și așa mai departe.

Dacă se consideră începutul procesului la adîncimea H, se vede că numărul de particule din spațiul inelar crește cu numărul de particule din porțiunile $V_m t_0 \ldots V_m t_i$.

Ecuația care dă numărul de particule va fi deci:

$$N = \frac{G_d}{mg}\int_0^{T} dt, \qquad (6)$$

în care:

$$T = \lim_{n\to\infty} \sum_{t_0}^{t_u} t_i. \qquad (7)$$

Forța totală ce trebuie echilibrată va fi, ținînd seamă de expresia forței pentru o singură particulă și de numărul total de particule:

$$F = G_d \int_0^{T} \left(1 - \frac{\gamma_n}{\gamma_p} + \frac{1}{g}\frac{du}{dt}\right) dt, \qquad (8)$$

iar presiunea corespunzătoare ce se va exercita în spațiul inelar la talpă va fi:

$$P = \frac{G_d}{A_{si}} \int_0^{T} \left[\left(1 - \frac{\gamma_n}{\gamma_p}\right) + \frac{1}{g}\frac{du}{dt}\right] dt, \qquad (9)$$

A_{si} fiind suprafața spațiului inelar.

---

* În această relație, semnificația termenilor este următoarea:
$A_1 Q^2$ reprezintă pierderile de presiune cu caracter fix;
$A_2 Q^2$ — pierderile de presiune pe unitatea de lungime;
H — adîncimea sondei.

** Pentru sonde verticale.

*** Aceste forțe de antrenare se datoresc frecărilor dintre lichid și particulă.

În rezumat, în timpul forajului de la adîncimea H, la adîncimea $H + V_m\, T$, viteza de avansare rămînînd constantă, se va exercita asupra tălpii o presiune datorită materialului sfărîmat, dată de relația (9), care mai poate fi pusă și sub următoarea formă (înlocuind $G_d = V_m\, \gamma_p\, A_t$):

$$P = V_m\, \gamma_p \frac{A_t}{A_{si}} \int_0^T \left(1 - \frac{\gamma_n}{\gamma_p} + \frac{1}{g} \frac{du}{dt} \right) dt, \qquad (10)$$

în care A_t este aria tălpii sondei.

Rămîne de stabilit valoarea timpului T, care intră în această expresie, adică valoarea:

$$\lim_{n \to \infty} (t_0 + t_1 + t_2 \ldots t_i \ldots + t_n). \qquad (11)$$

Vom avea:

$$\left.\begin{aligned} H &= \int_0^{t_0} u\,dt; \\ V_m t_0 &= \int_0^{t_1} u\,dt; \\ V_m t_i &= \int_0^{t_{i+1}} u\,dt; \\ V_m t_n &= \int_0^{t_n+1} u\,dt. \end{aligned}\right\} \qquad (12)$$

Expresiile lui u se obțin prin integrarea ecuațiilor diferențiale de mișcare și sînt:

$$u = (V - V_0) \left[1 - e^{-\frac{g}{V_0}\left(1 - \frac{\gamma_n}{\gamma_p}\right)t} \right], \qquad (13)$$

pentru regim de curgere laminar;

$$u = \left(\frac{V}{V_0} + 1 \right) \frac{1 - e^{\frac{2g}{V_0}\left(1 - \frac{\gamma_n}{\gamma_p}\right)t}}{1 - \frac{V + V_0}{V - V_0} e^{\frac{2g}{V_0}\left(1 - \frac{\gamma_n}{\gamma_p}\right)t}} V_0, \qquad (13a)$$

pentru regim de curgere turbulent [5],

în care: V_0 este viteza ascensională pentru care particula stă în suspensie pentru regim laminar de curgere, respectiv turbulent, și este determinată cu ajutorul ecuațiilor mișcării, pentru $u = 0$ [5], sau $\frac{du}{dt} = 0$. (Viteza ascensională este egală cu viteza de cădere în noroi a particulei.)

În privința mărimilor K_1 și K_2 care intervin în expresia lui V_0, acestea vor fi determinate experimental.

Pentru fluidele de foraj cu proprietăți reologice bune, după un timp foarte scurt (timp de stabilizare), în ambele cazuri viteza particulei va fi [5]:

$$u = V - V_0. \qquad (13b)$$

Deci, în cazul regimului laminar de curgere, se poate scrie:

$$H = \int_0^{t_0} (V - V_0) \left(1 - e^{-\frac{g}{V_0}\left(1 - \frac{\gamma_n}{\gamma_p}\right)t_0} \right) dt; \qquad (14)$$

$$V_m t_0 = \int_0^{t_1} (V - V_0) \left(1 - e^{-\frac{g}{V_0}\left(1 - \frac{\gamma_n}{\gamma_p}\right)t_0} \right) dt,$$

sau, după efectuarea integrării:

$$\left.\begin{aligned} H - (V - V_0) &= \\ &= \frac{(V - V_0) V_0}{g\left(1 - \frac{\gamma_n}{\gamma_p}\right)} e^{-\frac{g}{V_0}\left(1 - \frac{\gamma_n}{\gamma_p}\right)t_0} - \frac{(V - V_0) V_0}{g\left(1 - \frac{\gamma_n}{\gamma_p}\right)}; \\ V_m t_0 - (V - V_0)\, t_1 &= \\ &= \frac{(V - V_0) V_0}{g\left(1 - \frac{\gamma_n}{\gamma_p}\right)} e^{-\frac{g}{V_0}\left(1 - \frac{\gamma_n}{\gamma_p}\right)t_1} - \frac{(V - V_0) V_0}{g\left(1 - \frac{\gamma_n}{\gamma_p}\right)} \\ V_m t_{n-1} - (V - V_0)\, t_n &= \\ &= \frac{(V - V_0) V_0}{g\left(1 - \frac{\gamma_n}{\gamma_p}\right)} e^{-\frac{g}{V_0}\left(1 - \frac{\gamma_n}{\gamma_p}\right)t_n} - \frac{(V - V_0) V_0}{g\left(1 - \frac{\gamma_n}{\gamma_p}\right)}. \end{aligned}\right\} \qquad (14a)$$

Deoarece termenii:

$$\left[\frac{(V - V_0)\, V_0}{g\left(1 - \frac{\gamma_n}{\gamma_p}\right)} \right] e^{-\frac{g}{V_0}\left(1 - \frac{\gamma_n}{\gamma_p}\right)t_i} - \left[\frac{(V - V_0)\, V_0}{g\left(1 - \frac{\gamma_n}{\gamma_p}\right)} \right]^*$$

sînt neglijabili în majoritatea cazurilor practice, expresiile diferiților timpi vor fi* [5]:

$$\left.\begin{aligned} t_0 &= \frac{H}{V - V_0}; \\ t_1 &= \frac{V_m t_0}{V - V_0}; \\ t_2 &= \frac{V_m t_i}{V - V_0}; \\ &\vdots \\ t_n &= \frac{V_m t_n}{V - V_0}. \end{aligned}\right\} \qquad (15)$$

* Trebuie luate în considerare numai vitezele în regim stabilizat, în ambele cazuri, deoarece în momentul inițial mai intervin și alți factori: acțiunea jetului, rotația sapei etc., care sînt mai greu de exprimat analitic.

iar timpul total va fi:

$$T = t_0 + \frac{V_m}{V - V_0} t_0 + \left(\frac{V_m}{V - V_0}\right)^2 t_0 + \ldots + t_0 \left(\frac{V_m}{V - V_0}\right)^n + \ldots$$

$$T = \lim_{n \to \infty} t_0 \left[1 + \frac{V_m}{V - V_0} + \left(\frac{V_m}{V - V_0}\right)^2 + \ldots + \left(\frac{V_m}{V - V_0}\right)^n\right]. \quad (16)$$

Ultima expresie are o valoare finită numai pentru $\frac{V_m}{V - V_0} < 1$, și în acest caz se obține, înlocuind în ultima expresie valoarea lui t_0 și ținînd seamă că paranteza reprezintă suma unei progresii geometrice descrescătoare:

$$T = \frac{H}{V - V_0 - V_m}, \quad (17)$$

valoare ce putea fi obținută și direct din relația:

$$T = \frac{H + V_m T}{V - V_0}. \quad (18)$$

Pentru regimul de curgere turbulent, expresia timpului total va fi aceeași.

Revenind la expresia căderii de presiune datorită materialului sfărîmat, după efectuarea integrării și înlocuirea valorii timpului total T, se obține:

$$P = V_m \gamma_p \frac{A_t}{A_{si}} \left[\left(1 - \frac{\gamma_n}{\gamma_p}\right) \frac{H}{V - V_0 - V_m} + \frac{1}{g}(V - V_0)\right]. \quad (19)$$

În general, ultimul termen din paranteză se poate neglija în raport cu primul, astfel încît:

$$p = V_m \gamma_p \frac{A_t}{A_{si}} \left(1 - \frac{\gamma_n}{\gamma_p}\right) \frac{H}{V - V_0 - V_m}. \quad (20)$$

După cum s-a menționat, presiunea totală va trebui să acopere pierderile de presiune datorite frecării și pierderile datorite detritusului (ținînd seamă că sonda s-a adîncit cu distanța $V_m T$):

$$p(v) = B_1 + B_2 \left(H + \frac{V_m H}{V - V_0 - V_m}\right) V^2 + V_m \gamma_p \frac{A_t}{A_{si}} \left(1 - \frac{\gamma_n}{\gamma_p}\right) \frac{H}{V - V_0 - V_m}, \quad (21)$$

unde $p(v)$ reprezintă presiunea la pompă, pentru o anumită viteză ascensională (un anumit debit), și este obținută din caracteristica externă a pompei respective.

Efectuînd toate calculele, se obține:

$$V_m = \frac{(V - V_0)\,[p(v) - B_1 V^2 - B_2 H V^2]}{P - B_1 V^2 + H \frac{A_t}{A_{si}} \gamma_p \left(1 - \frac{\gamma_n}{\gamma_p}\right)}. \quad (22)$$

Prima observație importantă este aceea că în calcule s-a neglijat influența particulelor asupra vitezelor ascensionale, adică:

$$V = \frac{Q}{A_{si}}, \quad (23)$$

în care Q este debitul pompelor.

Acest lucru este în general valabil avînd în vedere concentrațiile de particule mici în spațiul inelar.

Dacă se notează cu $\varphi(v)$ expresia $p(v) - B_1 V^2$:

$$\varphi(v) = p(v) - B_1 V^2, \quad (24)$$

se observă că aceasta nu reprezintă altceva decît disponibilul de presiune pentru gaura de sondă respectivă (oarecum analog cu ξ disponibil din ecuația lui Krîlov, folosită în extracția țițeiului: $\xi = \frac{\Delta p}{H}$, deci, în cazul forajului, $\varphi(v)$ analog cu ξH, H fiind adîncimea sondei) [5] și [6].

Relația care dă valoarea vitezei mecanice va avea forma:

$$V_m = \frac{(V - V_0)\,[\varphi(v) - B_2 H V^2]}{\varphi(v) + H \frac{A_t}{A_{si}} \gamma_p \left(1 - \frac{\gamma_n}{\gamma_p}\right)}. \quad (25)$$

Această relație ne indică valoarea vitezei mecanice cu care se poate avansa, astfel încît spălarea să fie făcută în bune condiții, în timp ce se sapă între adîncimile H și H final, unde:

$$H_{fin.} = H \frac{V - V_0}{V - V_0 - V_m}. \quad (26)$$

Cantitatea maximă de detritus poate fi evacuată în situațiile:

$$- H = 0;$$

$$- \varphi(v) = \infty,$$

iar viteza mecanică respectivă va avea valoarea:

$$V_m = V - V_0,$$

deci:

$$\frac{V_m}{V - V_0} = i.$$

Important este faptul că pentru adîncimi mici viteza ascensională trebuie să fie ceva mai mare decît viteza V_0, în timp ce, cu creșterea adîncimii, avînd în vedere caracterul limitat al valorii presiunii, va trebui aleasă o astfel de viteză ascensională încît să asigure spălarea în cazul avansării cu o viteză cît mai mare posibil.

Această valoare a vitezei ascensionale se obține din condiția de maxim a vitezei mecanice:

$$V_m' = 0. \quad (27)$$

Sînt indicate reprezentarea grafică a acestei funcții și determinarea vitezei ascensionale.

La fel ca și în lucrarea [5] vom considera, în expresia lui V_m, $\varphi(V)$ = constant, atunci situația se prezintă oarecum analogă ca în ex-

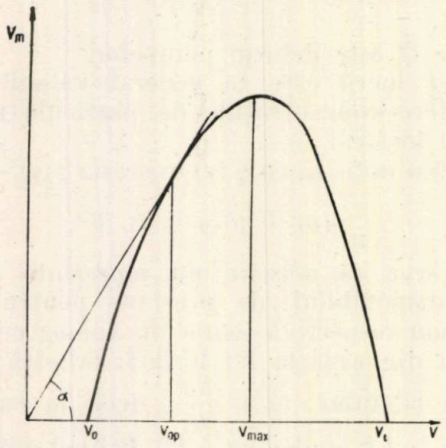


Fig. 1. Reprezentarea funcției $V_m = f(V)$ pentru $\varphi \leqslant t$.

tracția țițeiului (oarecum, deoarece sonda nu se adîncește în timpul procesului; în al doilea rînd, se consideră numai fenomenele care au loc în țevile de extracție ; totuși aceste deosebiri nu sînt esențiale).

Pentru valoarea $V = V_0$ (fig. 1), particulele nu vor putea fi evacuate; ele vor cădea la talpă și vor fi remăcinate, astfel încît, devenind mai mici, vor cădea cu o viteză V_0 mai mică, putînd fi deci evacuate. Această situație nu este însă de dorit, avînd ca urmare o micșorare a vitezei mecanice și o uzură mai mare a sapei. De asemenea, pentru $\varphi(V) = B_2 H V^2$ nu se va putea asigura spălarea, deoarece energia disponibilă este consumată pentru învingerea rezistențelor hidraulice [5] și [6].

O tangentă dusă din origine la curbă determină un punct în care pentru transportul detritusului se folosește un minim de energie [5], [6].

Într-adevăr raportul dintre cantitatea de detritus (proporțională cu viteza mecanică) și debitul de fluid (proporțional cu viteza ascensională) are valoarea maximă în acest punct:

$$\frac{dV_m}{dV} = \operatorname{tg}\alpha = \max. \qquad (28)$$

În orice alt punct situat pe curbă, tangenta va avea o valoare mai mică.

Deoarece curba este trasată pentru o presiune constantă, înseamnă că, în acest punct, energia folosită pentru transportul unității de greutate de detritus este minimă [6]:

$$\frac{dV_m}{A_{si}\, p\, dv} = \frac{\operatorname{tg}\alpha}{A_{si}\, p} = \frac{dV_m}{dE} = \max.,$$

deci:

$$\frac{dE}{dV_m} = \min.$$

Pentru viteza ascensională egală cu V_{max}, se asigură transportul cantității maxime de detritus.

Această analogie a rezultatelor teoretice — în cazul evacuării solidelor cu lichide — cu cele experimentale, în cazul evacuării lichidelor cu gaze [3], face mult mai plauzibilă această teorie [5].

Tot pe cale teoretică [5] a fost demonstrată o relație în cadrul forajului cu gaze, pentru regim de curgere turbulent, însă în supoziții oarecum diferite de cele din lucrarea de față. Lucrarea are meritul de a fi demonstrat pentru prima oară particularitățile amintite ale curbei teoretice care leagă cantitatea de detritus care se evacuează de variația vitezei în spațiul inelar.

Revenind la relația de bază, trebuie arătat că, fiind precizat programul de construcție a sondei, deci și instalația care va fi folosită, natura formațiunilor fiind oarecum cunoscută se pot determina condițiile de evacuare, deci vitezele maxime ce vor putea fi atinse, asigurîndu-se o spălare eficientă în timpul forajului; se vor putea determina cele mai potrivite dimensiuni de cămăși pentru forajul sondei respective și, de asemenea, numărul lor (cu aproximație).

Ideal ar fi ca, pentru fiecare caz în parte, să fie satisfăcută relația: $V_{op} \leqslant V \leqslant V_{max}$, sau cel puțin viteza ascensională să fie situată în stînga punctului $V = V_{max}$ (adică cuprinsă în intervalul corespunzător ramurii ascendente a curbei), deoarece pe această porțiune consumul de energie este mai mic [5] și [6].

În orice caz, alegerea vitezelor ascensionale trebuie astfel făcută încît, după relația de bază, să se asigure evacuarea detritusului, în cazul în care se avansează cu o anumită viteză mecanică.

Pentru o mai ușoară reprezentare grafică a relației (25), se pot construi nomograme adimensionale, reprezentînd grafic relația:

$$\overline{V}_m = \frac{(\overline{V} - 1)\left(1 - \dfrac{\overline{V}^2}{\overline{\varphi}}\right)}{1 + \dfrac{\overline{m}}{\overline{\varphi}}}, \qquad (29)$$

pentru valori constante ale lui $\overline{\varphi}$, iar pentru adîncimi:

$$\overline{H} = \frac{\overline{V} - 1}{\overline{V} - 1 - \overline{V}_m} \qquad (30)$$

(care nu este reprezentată în lucrarea de față).

În aceste relații:

$$\overline{V}_m = \frac{V_m}{V_0}; \quad \overline{V} = \frac{V}{V_0}; \quad \overline{\varphi} = \frac{\varphi(v)}{B_2 H V_0^2};$$

$$\overline{m} = \frac{A_t}{A_{si}} \varphi_p \left(1 - \frac{\gamma_n}{\gamma_p}\right) \frac{1}{B_2 V_0^2}; \quad \overline{H} = \frac{H_{final}}{H_{initial}}. \qquad (31)$$

În figura 2 se prezintă nomograme pentru următoarele valori ale lui φ: $\varphi = 2$; $\varphi = 3$; $\varphi = 4$, insuficiente însă pentru toate cazurile practice.

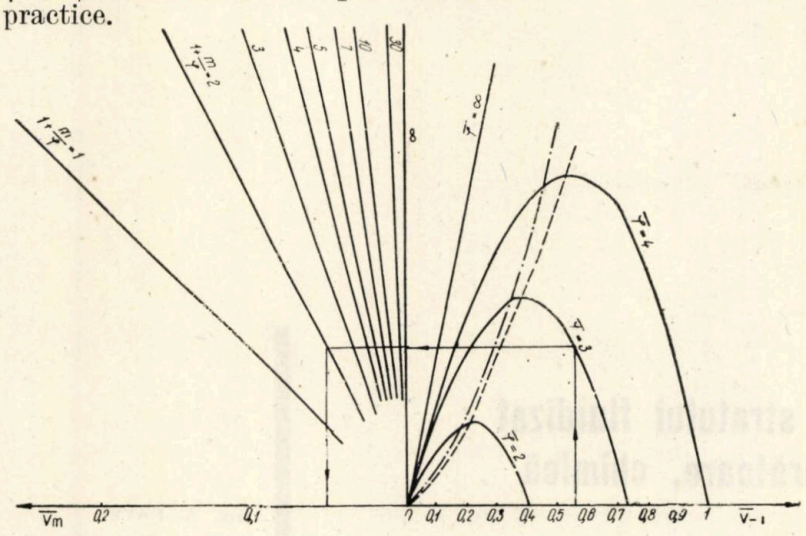


Fig. 2. Nomogramă adimensională.

Punctele de maxim şi optim din nomogramă vor fi obţinute cu ajutorul relaţiilor:

$$\overline{V} = \frac{1 + \sqrt{1+3\,\overline{\varphi}}}{3}, \text{ pentru punctul maxim,} \quad (32)$$

şi:

$$\overline{\varphi} = \overline{V}^2 (2\overline{V} - 1), \text{ pentru punctul optim;} \quad (33)$$

se reprezintă grafic şi se determină astfel $\overline{V} = f(\overline{\varphi})$.

Ambele relaţii se deduc uşor din condiţiile:

a) $V'_m = 0$, pentru punctul maxim;

b) $\overline{V}'_m \overline{V} = \overline{V}_m$, pentru punctul optim,

de unde:

a) $$V'_m = \left(1 - \frac{3\overline{V}^2}{\overline{\varphi}} + \frac{2\overline{V}}{\overline{\varphi}}\right) \frac{1}{1+\frac{\overline{m}}{\overline{\varphi}}} = 0;$$

b) $$\left(1 - \frac{3V^2}{\overline{\varphi}} + 2\overline{V}\right) \frac{1}{1+\frac{\overline{m}}{\overline{\varphi}}}\,\overline{V} = \frac{(\overline{V}-1)\left(1-\frac{\overline{V}^2}{\overline{\varphi}}\right)}{1+\frac{\overline{m}}{\overline{\varphi}}}.$$

În nomograme, valorile $V - 1$ sînt trecute în abscisă. Toate aceste curbe în punctul $V - 1 = 0$ au ca înfăşurătoare dreapta $\overline{V}_m = \overline{V} - 1$, care reprezintă curba $\overline{V}_m = f(\overline{V}, \overline{m}, \overline{\varphi})$ pentru $\overline{\varphi} = \infty$. Punctele de optim se obţin deci ducînd tangente din punctul $\overline{V} = -1$.

CÎTEVA OBSERVAŢII REFERITOARE LA ADÎNCIMILE ÎNTRE CARE SE SAPĂ

Din relaţia generală a vitezei mecanice de foraj (25), dacă se explicitează adîncimea H:

$$H = \frac{\varphi(V)\,(V - V_0 - V_m)}{B_2\,V^2\,(V - V_0) + V_m \dfrac{A_t}{A_{si}} \gamma_p \left(1 - \dfrac{\gamma_n}{\gamma_p}\right)}, \quad (34)$$

se obţine valoarea numerică a adîncimii de la care se poate săpa cu o viteză mecanică constantă.

Ţinînd seamă de relaţia dintre adîncimea finală şi cea iniţială (26), se obţine:

$$H_{\text{final}} = \frac{\varphi(V)}{B_2\,V^2 + \dfrac{V_m}{V - V_0} \dfrac{A_t}{A_{si}} \gamma_p \left(1 - \dfrac{\gamma_n}{\gamma_p}\right)}. \quad (35)$$

Dacă se exprimă viteza mecanică în funcţie de această adîncime, se obţine o altă relaţie:

$$V_m = \frac{(V - V_0)\,[\varphi(V) - B_2 H_{\text{fin.}}\,V^2]}{H_{\text{fin.}} \dfrac{A_t}{A_{si}} \gamma_p \left(1 - \dfrac{\gamma_n}{\gamma_p}\right)}. \quad (36)$$

Sub formă adimensională:

$$\overline{V}_m = \frac{(\overline{V} - 1)\left(1 - \dfrac{\overline{V}^2}{\overline{\varphi}}\right)}{\dfrac{\overline{m}}{\overline{\varphi}}}. \quad (37)$$

(păstrînd aceleaşi notaţii pentru mărimile adimensionale).

Se pot folosi deci aceleaşi nomograme adimensionale.

Dacă în relaţia de mai sus se notează:

$$\overline{V}_m\,\overline{m} = \overline{V}_m, \quad (38)$$

atunci:

$$\overline{V}_m = (\overline{V} - 1)(\overline{\varphi} - \overline{V}^2), \quad (39)$$

o relaţie cu mult mai simplă decît celelalte (nu este reprezentată în lucrare).

Punctele de maxim şi optim se obţin în acelaşi mod, indicat pentru ecuaţia (25) pentru φ = constant, valorile fiind aceleaşi.

Adîncimea iniţială se va obţine cu ajutorul relaţiei (26).

$$H_{\text{fin.}} = H_{\text{fin.}} \frac{V - V_0 - V_m}{V - V_0}. \quad (40)$$

Acestea ar fi pe scurt cîteva consideraţii teoretice în privinţa vitezelor ascensionale din spaţiul inelar, în forajul sondelor, arătate deja în lucrările [5] şi [6] pentru utilizarea gazelor ca agent de circulaţie, şi a căror validitate a fost demonstrată şi în cazul fluidului de foraj.

BIBLIOGRAFIE

[1] Vozdvijenski. *Mecanica forajului*, Editura tehnică, Bucureşti, 1951.

[2] Dogaru, L. Tema I.C.F.E. nr. 10, 1960.

[3] Ioachim, C. *Extracţia ţiţeiului şi gazelor*, Editura tehnică, Bucureşti, 1961.

[4] Polya, G. *Matematica şi raţionamentele plauzibile.*

[5] Pascal, H. O serie de articole sintetizate în lucrarea: Saţov, N. I., Rîbakov, I. F. *Burenie scvajin k produkvoi vozdukim ili gazom na rubejom*, Gostoptehizdat, 1961, Moscova.

[6] Pascal, H. *Determinarea aproximativă a debitului şi presiunii curentului ascendent în forajul cu gaze.* Acad. R.P.R., Studii şi cercetări de mecanică aplicată, nr. 3, 1962.

C.Z. 665.58.661.7 : 66.096.5

Noi perspective ale aplicării stratului fluidizat în industria petrolieră prelucrătoare, chimică şi petrochimică

Ing. A. PAVEL
Aspirant la Institutul de petrol „Gubkin" din Moscova

În ultimii ani, procesele eterogene, cu fază solidă în strat fluidizat, au căpătat o largă răspîndire în industria petrolieră prelucrătoare, în industria chimică şi petrochimică şi în alte domenii industriale. Principiul stratului fluidizat permite să fie simplificate şi intensificate astfel de procese, ca: procesele de cataliză în instalaţiile de cracare şi reformare catalitică a produselor petroliere, procesele de adsorbţie în instalaţiile de adsorbţie, procesele de cocsare a reziduurilor petroliere în instalaţiile de cocsare şi alte procese tehnologice din industria petrolieră prelucrătoare şi petrochimică.

Perspectivele largi care se deschid în faţa industriei petroliere prelucrătoare şi petrochimice în legătură cu folosirea stratului fluidizat au făcut ca cercetătorii să-şi îndrepte atenţia asupra studiului hidrodinamicii stratului fluidizat şi asupra studiului schimbului de căldură şi transferului de materie în strat fluidizat. Ca urmare a cercetărilor efectuate de către o serie de colective ştiinţifice şi organizaţii industriale din U.R.S.S., S.U.A., Franţa, R.P.R. şi alte ţări, s-a acumulat o mare experienţă, obţinîndu-se rezultate interesante, a căror generalizare urmează a fi definitivată.

Cele mai noi realizări în industria petrolieră prelucrătoare şi petrochimică sînt aparatele de reacţie cu strat fluidizat, în contracurent şi cu mai multe trepte, folosit în procesele catalitice. Funcţionarea acestor aparate, în majoritatea cazurilor, depinde de hidraulica sistemului şi de modul cum se realizează procesul schimbului de căldură.

S-a ivit de asemenea perspectiva realizării unor aparate de schimb de căldură cu strat fluidizat pe schema „contracurent şi în mai multe trepte", unde drept purtător de căldură urmează să fie folosite particulele unui material solid oarecare mărunţit. Aşa, de exemplu, este posibilă realizarea unor aparate de schimb de căldură în contracurent cu mai multe trepte cu purtător de căldură solid în strat fluidizat, care pe de o parte răcesc gazele de coş, iar pe de altă parte preîncălzesc aerul care este introdus în focarele cuptoarelor tubulare din rafinăriile de petrol.

Schema principală a intercalării unui astfel de aparat de schimb de căldură este indicată în figura 1. Gazele de coş trecînd prin schimbătorul de căldură cu strat fluidizat *I* (care este de tipul „contracurent şi în mai multe trepte") cedează căldură materialului granular solid, „purtător de căldură" şi se răcesc. Purtătorul de căldură, trecînd în schimbătorul *II* (care este de acelaşi tip cu schimbătorul *I*), la rîndul său cedează căldură aerului rece, care urmează să fie introdus în focarul cuptorului, preîncălzindu-l. Întrucît în strat fluidizat procesul de schimb de căldură decurge foarte intens, în cazul satisfacerii anumitor condiţii, ca de exemplu căderi de presiune nu prea mari în aparate, bilanţ energetic avantajos, consum de purtător de căldură redus (se are în vedere „prăfuirea" purtătorului de căldură), preîncălzirea, pe această cale, a aerului ce urmează să fie introdus în focarul cuptorului este foarte avantajoasă.

Dar pentru a asigura satisfacerea unor astfel de condiţii trebuie studiate construcţia şi regimul de lucru termic şi hidraulic al acestor aparate, adică trebuie stabilite numărul optim de trepte (talere) şi modul cum influenţează asupra hidraulicii sistemului şi procesului de schimb de căldură înălţimea stratului fluidizat de pe o treaptă (taler), viteza de fluidizare, dimensiunile purtătorului de căldură solid, debitul purtătorului de căldură solid şi al agentului de fluidizare (aer, gaze sau produse petroliere în faza de vapori etc.) şi alţi parametri.

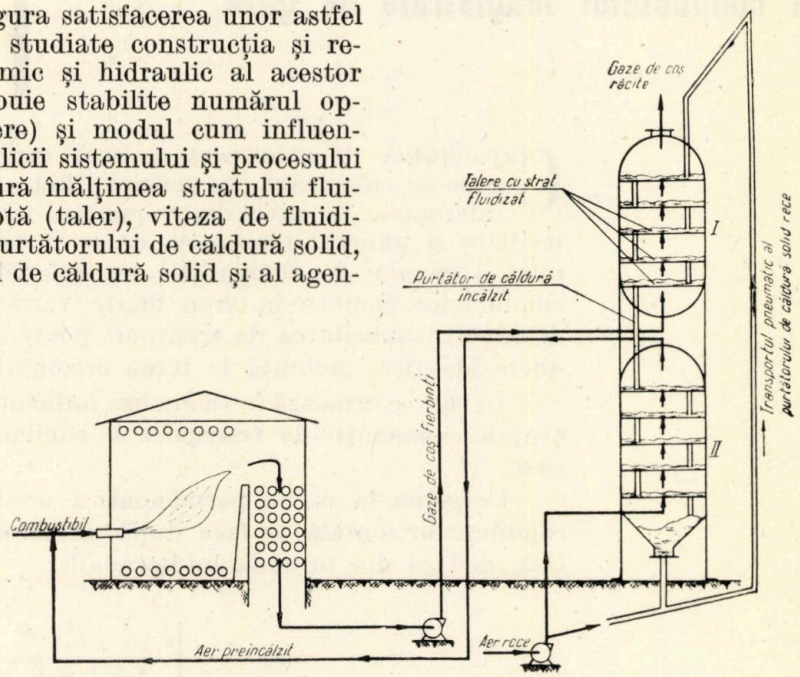


Fig. 1.

Ştiind că procesul schimbului de căldură în strat fluidizat decurge întotdeauna foarte intens, o schemă principală asemănătoare în ceea ce priveşte aparatele de schimb de căldură celei din figura 1 poate fi folosită în instalaţiile de adsorbţie, de această dată însă pentru încălzirea sau răcirea unui material solid, mărunţit, care de asemenea este un purtător de căldură. În aceste instalaţii, materialul solid trebuie să fie încălzit la temperaturi înalte, pornind de la temperaturi joase, sau invers, trebuie să fie răcit la temperaturi joase, pornind de la temperaturi înalte. Aparatele de schimb de căldură cu strat fluidizat în trepte şi contracurent, în anumite condiţii, permit reducerea considerabilă a timpului afectat pentru răcirea—încălzirea materialului purtător de căldură şi asigură o omogenizare perfectă a procesului.

Astfel de aparate de schimb de căldură pot fi de asemenea folosite în procese de piroliză în industria petrochimică şi în alte procese industriale (preîncălzirea aerului introdus în furnale şi cuptoare metalurgice).

Indiferent de domeniul unde aceste aparate de schimb de căldură urmează să fie folosite, problemele principale de rezolvat, în cazul realizării lor, rămîn mereu aceleaşi, şi ele au fost enumerate mai sus. Unele dintre ele au constituit obiectul unor cercetări, însă aceste cercetări s-au referit întotdeauna la stratul fluidizat. Soluţionarea acestor probleme în cazul concret al aparatelor de schimb de căldură cu strat fluidizat în contracurent şi cu mai multe trepte, atît din punct de vedere teoretic, cît şi din punct de vedere experimental, a început să fie studiată de curînd la Catedra de utilaj pentru rafinării din Institutul de petrol „Gubkin" din Moscova.

C.Z. 66.073.2 : 662.69 : 621.643

Influența profilului longitudinal asupra capacității de transport a conductelor magistrale de gaze

Ing. L. MOTELICĂ

Capacitatea de transport a unei conducte magistrale de gaze se calculează, în general, fără să se țină seamă de diferențele de nivel dintre punctul inițial, punctele intermediare și punctul final, ceea ce se justifică prin densitatea mică a gazului în comparație cu lichidele. Totuși, în cazul conductelor montate în teren foarte variat (cu diferențe mari de nivel), capacitatea de transport poate diferi de a unei conducte identice, montată în teren orizontal.

În cele ce urmează se va analiza influența profilului traseului asupra capacității de transport a conductelor magistrale de gaze.

Curgerea în regim permanent a unui gaz real printr-o conductă orizontală se face după următoarea formulă teoretică, dedusă din formula lui Bernoulli :

$$Q = C \sqrt{\frac{(p_0^2 - p_n^2)\, D^5}{\lambda . s . T . L . Z .}}, \qquad (1)$$

în care :

Q este debitul de gaze în stare normală ;
p_o și p_n — presiunea absolută inițială și presiunea finală a gazului ;
D — diametrul interior al conductei ;
λ — coeficientul de frecare ;
s — densitatea relativă a gazului față de aer ;
T — temperatura absolută a gazului ;
L — lungimea conductei ;
Z — coeficientul de compresibilitate.

Valoarea numerică a coeficientului C în funcție de sistemul de unități ales și de dimensiunile celorlalte mărimi constante este redată în tabela 1, pentru starea normală definită de presiunea de 760 torr și de temperatura de 293°K.

Tabela 1

Q	D	L	p_0 și p_n	C
m^3/s	m	m	kgf/m^2	0,377
m^3/h	cm	km	kgf/cm^2	4,300
m^3/d	cm	km	kgf/cm^2	103,150

Pentru coeficientul de frecare λ, în baza unor îndelungate măsurători executate în diferite țări, mai mulți autori au propus diferite formule empirice, dintre care cele mai folosite la noi în țară sînt următoarele:

— pentru conducte de presiune înaltă:

$$\lambda = \frac{0{,}04363}{D^{0{,}33}};$$

— pentru conducte de presiune medie:

$$\lambda = \frac{0{,}03164}{D^{0{,}1425}}.$$

Dacă în ecuația lui Bernoulli se introduce și termenul care ține seamă de diferența de nivel dintre punctul inițial și final, formula teoretică de curgere a gazului printr-o conductă montată pe un traseu cu declivitate uniformă (fig. 1) ia forma:

$$Q = C\sqrt{\frac{(p_0^2 - p_n^2\, e^{a\Delta H})\, a\Delta H\, D^5}{\lambda . s . T . L . Z . (e^{a\Delta H} - 1)}}, \qquad (2)$$

în care e este baza logaritmilor naturali și este egal cu 2,718281.

$$a = \frac{2}{ZRT}\ ;\ \Delta H = H_n - H_0,$$

în care:

H_0 și H_n reprezintă cotele de nivel ale punctelor inițial și final;

R — constanta gazului.

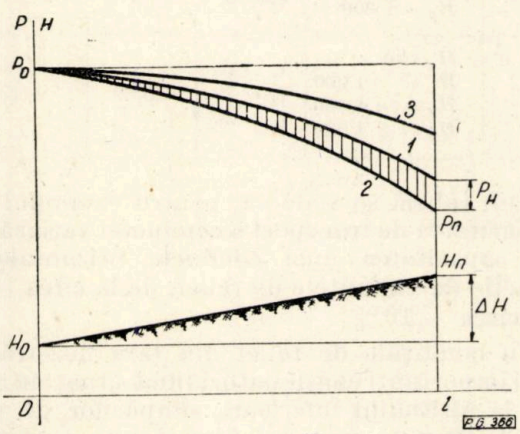


Fig. 1 Curba presiunilor la o conductă de gaz metan montată:
1 — pe un traseu orizontal; *2* — pe un traseu în pantă; *3* — pe un traseu în pantă și $Q = 0$.

Restul notațiilor sînt cele cunoscute.

Întrucît în general conductele lungi se montează în terenuri avînd diferite declivități (fig. 2), traseul lor se împarte în sectoare avînd fiecare o declivitate aproximativ uniformă, și în acest caz formula (2) devine:

$$Q = C\sqrt{\frac{(p_0^2\, e^{aH_0} - p_n^2\, e^{aH_n})\, D^5}{\lambda . s . T . Z . \left[l_1 \left(\frac{e^{aH_1} - e^{aH_0}}{a(H_1 - H_0)} \right) + \cdots + l_n \left(\frac{e^{aH_n} - e^{aH_{n-1}}}{a(H_n - H_{n-1})} \right) \right]}}. \qquad (3)$$

Deoarece produsul aH este întotdeauna subunitar și are valori mici (pentru gaz metan

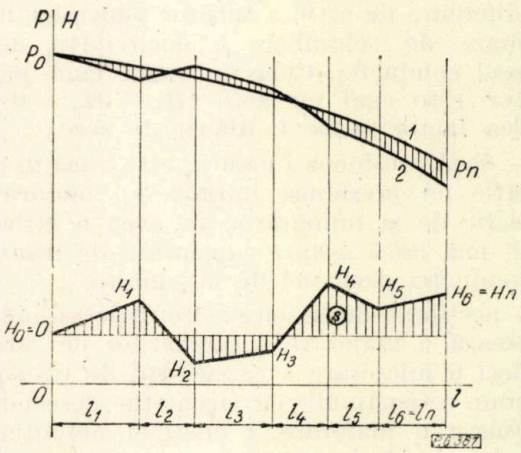


Fig. 2. Curba presiunilor la o conductă de gaz metan montată:
1 — pe un traseu orizontal; *2* — pe un traseu cu mai multe pante.

$aH = 1$ cînd $H \approx 8\,000$ m, ceea ce în realitate nu este posibil), prin dezvoltarea în serie a factorului $e^{aH} = 1 + aH + \frac{a^2H^2}{2} + \frac{a^3H^3}{3} + \ldots$ și prin reținerea numai a primilor termeni eroarea comisă este neglijabilă.

În acest fel, înlocuind în formula (3) pe e^{aH} cu primii termeni din dezvoltarea în serie și considerînd cota punctului inițial drept cotă de referință ($H_0 = 0$), obținem:

$$Q = C\sqrt{\frac{[p_0^2 - p_n^2(1 + aH_n)]\, D^5}{\lambda . s . T . Z . \sum_1^n \left[l_i + \frac{l_i \cdot a}{2} (H_i + H_{i-1}) \right]}}$$

sau:

$$\sum_1^n l_i = L$$

întrucît:

$$Q = C\sqrt{\frac{[p_0^2 - p_n^2(1 + aH_n)]D^5}{\lambda . s . T . Z . L \left[1 + \frac{a}{2L} \sum_1^n (H_i + H_{i-1})\, l_i \right]}}. \qquad (4)$$

Din figură se observă că:

$$\frac{1}{2}\sum_{1}^{n}(H_i + H_{i-1})\, l_i = S$$

reprezintă suprafața mărginită de profilul conductei și orizontala punctului inițial.

Comparînd ecuația de mai sus cu ecuația capacității de transport pentru o conductă orizontală, se constată următoarele:

— valoarea factorului de corecție de la numărător $(1 + aH_n)$ depinde numai de diferența de nivel dintre punctele inițial și final, în timp ce valoarea factorului de corecție de la numitor $\left[1 + \frac{a}{2L}\sum_{1}^{n}(H_i + H_{i-1})\, l_i\right]$ depinde de diferența de nivel a tuturor punctelor intermediare de schimbare a declivității de pe traseul conductei. Chiar în cazul cînd primul factor este egal cu zero ($H_n = H_0 = 0$), al doilea factor poate fi diferit de zero;

— dacă presiunea finală p_n este mică în comparație cu presiunea inițială p_0, factorul de corecție de la numărător va avea o influență mult mai mică asupra capacității de transport a conductei decît cel de la numitor;

— porțiunile de traseu cu circulație ascendentă cauzează o majorare a pierderilor de sarcină, și deci o micșorare a capacității de transport, în timp ce porțiunile cu circulație descendentă înlesnesc o majorare a energiei potențiale a gazului, și deci o majorare a capacității de transport;

— în cazul mai multor variante de traseu avînd aceeași lungime, capacitatea de transport va fi maximă pentru acea variantă pentru care suprafața S este minimă.

Traseele pentru care suprafața S este negativă, adică situate în cea mai mare parte sau în totalitate sub orizontala punctului inițial, sînt mult mai avantajoase decît traseele pentru care suprafața S este pozitivă, adică situate deasupra orizontalei. Acest lucru se explică prin aceea că, în cazul suprafețelor negative, în porțiunile ascendente gazul este mai puțin dens decît în porțiunile descendente, care le preced, și invers în cazul suprafețelor pozitive.

Notînd cu Q_0 capacitatea unei conducte orizontale și cu Q capacitatea aceleiași conducte montate într-un teren oarecare și aplicînd formula (4), obținem:

1) cînd $H_0 = H_n$:
   a) $S > 0$; $\quad Q < Q_0$;
   b) $S < 0$; $\quad Q > Q_0$;

2) cînd $H_0 < H_n$:
   a) $S > 0$; $\quad Q < Q_0$;
   b) $S = 0$; $\quad Q < Q_0$;
   c) $S < 0$; $\quad Q \gtrless Q_0$;

3) cînd $H_0 > H_n$:
   a) $S > 0$; $\quad Q \gtrless Q_0$;
   b) $S = 0$; $\quad Q > Q_0$;
   c) $S < 0$; $\quad Q > Q_0$.

Cele arătate se ilustrează printr-un exemplu la o conductă de 529 × 7 mm și 100 km lungime, prin care se transportă gaz metan în mai multe variante de traseu, presiunea inițială fiind de 50 ata, cea finală de 30 ata, iar temperatura gazului de 283°K.

Datele privind profilul traseului și rezultatele calculelor sînt redate în tabela 2.

Tabela 2

Varianta	H_i, m	l_i, km	Q, mii m³/h	$\frac{Q - Q_0}{Q} \times 150$, %
I a	$H_0 = 0$ $H_1 = 0$	$l_1 = 100$	249,4	0
I b	$H_0 = 0$ $H_1 = 1\,000$ $H_2 = 1\,000$ $H_3 = 0$	$l_1 = 10$ $l_2 = 80$ $l_3 = 10$	234,0	−6,17
I c	$H_0 = 0$ $H_1 = 1\,000$ $H_2 = 0$ $H_3 = 1\,000$ $H_4 = 0$ $H_5 = 1\,000$ $H_6 = 0$	$l_1 = 15$ $l_2 = 15$ $l_3 = 15$ $l_4 = 15$ $l_5 = 20$ $l_6 = 20$	240,5	− 3,57
I d	$H_0 = 0$ $H_1 = -1\,000$ $H_2 = -1\,000$ $H_3 = 0$	$l_1 = 10$ $l_2 = 80$ $l_3 = 10$	267,0	+ 7,05
II a	$H_0 = 0$ $H_1 = 1\,000$	$l_1 = 100$	230,4	− 7,60
II b	$H_0 = 0$ $H_1 = 1\,000$ $H_2 = 1\,000$	$l_1 = 10$ $l_2 = 90$	224,0	− 10,18
II c	$H_0 = 0$ $H_1 = 0$ $H_2 = 1\,000$	$l_1 = 90$ $l_2 = 10$	214,0	− 2,16
II d	$H_0 = 0$ $H_1 = -1\,000$ $H_2 = -1\,000$ $H_3 = +1\,000$	$l_1 = 10$ $l_2 = 70$ $l_3 = 20$	253,0	+ 1,44

Din tabelă se vede că, pentru exemplul dat, capacitatea de transport a conductei variază față de capacitatea unei conducte orizontale, în funcție de variantele de relief, de la circa +7% la circa −10%.

În condițiile de relief din țara noastră, cei mai importanți consumatori fiind situați în general la altitudini inferioare cîmpurilor de gaze, iar porțiunile cu relief fiind foarte variate — traversările de munți se fac prin trecători și se găsesc la jumătatea traseului —, variația

capacității de transport a conductelor este mică. Chiar și la consumatorii situați în regiunile de munte, din cauză că presiunea de sosire este mică și porțiunile ascendente se găsesc la capătul final al traseului, scăderea procentuală a capacității de transport a conductelor este de asemenea mică. În ambele cazuri ea variază între circa $+1$ și -2%. La unele racorduri scurte și cu diferențe mari de nivel, micșorarea debitului conductei este destul de importantă. Astfel, la o conductă de alimentare a unei stațiuni de munte situată la circa 500 m deasupra punctului de racord, debitul conductei este cu circa 12% mai mic decît al unei conducte identice orizontale.

Dacă prin conductă nu circulă gaz, adică $Q = 0$, din formula (2) rezultă relația dintre presiunile inițială și finală, în funcție de diferența de nivel a punctelor respective:

$$p_0 = p_n e^{\frac{a\Delta H}{2}} = p_n e^{\frac{H_n - H_0}{ZRT}}. \qquad (5)$$

Această formulă poate fi folosită la stabilirea presiunilor într-un tronson de conductă montat înclinat și supus la probă pneumatică de rezistență sau etanșeitate.

Din cele arătate se pot trage următoarele concluzii:

1. Profilul unei conducte de gaze influențează capacitatea sa de transport; sînt posibile atît o creștere cît și o micșorare a debitului conductei.

2. Variația capacității de transport a conductelor de gaze depinde nu numai de diferența de nivel a punctelor inițial și final, ci și de diferența de nivel a punctelor intermediare.

3. Influența diferenței de nivel dintre punctul inițial și punctul final asupra capacității de transport a conductei este cu atît mai mare cu cît presiunea finală este mai ridicată și cu cît diferența dintre presiunea inițială și presiunea finală este mai redusă.

4. Conductele pentru care suprafața S (cuprinsă între orizontala punctului inițial și profilul conductei) este pozitivă și are o valoare relativ mare, adică la care traseul urcă la început și apoi rămîne orizontal, prezintă scăderi însemnate de debit, iar conductele la care suprafața S este negativă și de asemenea are o valoare mare, adică la care traseul coboară la început și apoi rămîne orizontal, prezintă creșteri importante de debit.

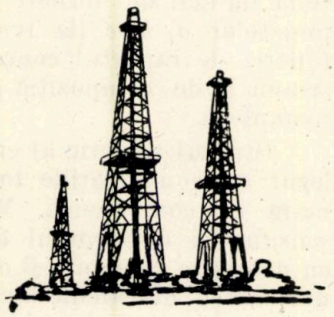
5. Variația debitului datorită profilului traseului la conductele magistrale de gaze existente în R.P.R. este în general mică, cu excepția unor racorduri izolate, la care această variație este destul de însemnată și de care trebuie să se țină seamă în cazuri similare.

BIBLIOGRAFIE

[1] Galiullin, K. T., Cernikin, V. I. *Influența profilului traseului asupra rezistenței hidraulice la conductele magistrale de gaze.* În: Nefti i gaz, 1959.

[2] Hodanovici, I. E. *Bazele analitice de proiectare și exploatare a conductelor magistrale de gaze.* Gostoptehizdat, 1961.

Manuscris primit în redacție la data de 9 iulie 1962



C.Z. 665.543 : 66-061.5

Echilibrul ternar lichid furfurol—apă—distilate petroliere medii

Ing. D. GRIGORIU,
ing. ST. DESPA,
ing. L. MĂZĂREANU,
ing. E. ȚIBREA,
ing. M. ILEA

Echilibrul sistemelor ternare lichide, în care toți componenții sînt parțial miscibili, se poate reprezenta într-o diagramă triunghiulară de tipul celei arătate în figura 1.

Conform regulei fazelor, orice sistem ternar din componenții A, B, C, a cărui compoziție se situează în interiorul triunghiului abc, separă în trei faze lichide ale căror compoziții sînt reprezentate respectiv de punctele a, b, c. La temperatura dată, pozițiile punctelor a, b, c sînt constante, modificarea proporției componenților A, B, C din amestec producînd doar modificarea cantităților celor trei faze lichide. Suprafețele Aa_1aa_2, Bb_1bb_2, respectiv Cc_1cc_2 reprezintă domenii de miscibilitate totală (sisteme omogene), în timp ce suprafețele a_1abb_1, b_2bcc_2 și c_1caa_2 reprezintă domenii în care sistemul separă în două faze lichide, ca și oricare sistem ternar în care doi dintre componenți sînt total miscibili. În acest din urmă caz, compoziția fazelor în echilibru este marcată de intersecțiile conodelor (MN, OP, QR etc.) cu segmentele de curbă binodală respective (a_1a, b_1b, b_2b, c_2c, c_1c, a_2a).

Un caz particular de sisteme ternare lichide este acela în care unul dintre componenții A, B sau C constituie el însuși un amestec complex (multicomponent). Evident, astfel de sisteme nu mai sînt ternare în sensul strict al noțiunii, iar poziția punctelor a, b, c (la temperatură constantă) se modifică în funcție de raportul concentrațiilor componenților A, B, C în sistem și de compoziția (natura) componenților A, B sau C (complex).

Studiul teoretic al echilibrului unor astfel de sisteme este legat de complicațiile inerente prezenței unui număr foarte mare de componenți. Mult mai interesante par stabilirea sensului și domeniului de variație a compoziției sistemului cu diversele variabile și obținerea pe această cale a unor date utilizabile în calcule tehnice. Studierea acestor sisteme prezintă un interes deosebit, deoarece apar în diverse etape ale proceselor tehnologice din industria chimică și din industria prelucrătoare de țiței, iar în literatura tehnică nu s-au publicat date referitoare la ele. De exemplu, în instalațiile de solventare cu furfurol a motorinelor, la îndepărtarea solventului din

soluțiile de rafinat și extract, se folosește ca agent de stripare aburul. O dată cu furfurolul, în coloanele respective este antrenată o fracțiune constituită din componenți ușori proveniți din materia primă; condensatul rezultat se-

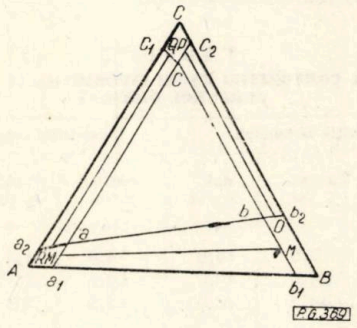


Fig. 1. Echilibrul unui sistem care separă în trei faze lichide.

pară în trei faze în care furfurolul, apa și fracțiunea petrolieră antrenată se află în echilibru.

În lucrarea de față se expun unele aspecte legate de echilibrul lichid furfurol-apă-distilate petroliere medii și se discută sensul de variație a compoziției fazelor cu variația concentrației componenților în sistem și cu natura componentului complex (fracțiunea petrolieră). Pentru ca acesta din urmă să fie cît mai apropiat de condițiile reale apărute în proces, s-au utilizat fracțiuni ușoare separate din motorine și denumite convențional „distilate".

Au fost studiate, comparativ, două distilate din motorină de cracare catalitică (MCC—A și MCC—B), cu conținuturi diferite de hidrocarburi aromatice, și un distilat din motorină parafinoasă grea de distilare în vid (MDV).

Încercările au fost efectuate în toate cazurile la +26°C. Sistemul a fost adus în echilibru prin agitare, iar fazele au fost separate, măsurate și analizate după decantare.

Determinarea conținutului de apă în faze s-a făcut conform ASTM D 1533/1958 T. Conținutul de hidrocarbură s-a determinat printr-o metodă proprie care va fi analizată în prezentul articol. Furfurolul a fost determinat prin metoda cu bromură-bromat extrasă din „Analiza tehnică a combustibililor și uleiurilor minerale", Gostoptehizdat, 1951.

În cele ce urmează se prezintă datele de echilibru pentru sistemul furfurol-apă-distilat și se discută influența variabilelor citate asupra compoziției fazelor.

1. INFLUENȚA CONCENTRAȚIEI COMPONENȚILOR ÎN SISTEM

Caracteristicile mai importante ale distilatului MCC—A sînt date în tabela 1.

Tabela 1

CARACTERISTICILE DISTILATULUI MCC—A

Caracteristici	
Densitate la 20°C	0,8414
Greutate moleculară	184
Conținut de aromatice, % vol.	22,3
Distilare STAS:	
0% vol.	204°C
10% vol.	216°C
20% vol.	222°C
30% vol.	226°C
40% vol.	232°C
50% vol.	238°C
60% vol.	243°C
70% vol.	253°C
80% vol.	266°C
90% vol.	278°C
98% vol.	283°C

Solubilitățile reciproce ale celor trei componenți sînt date în tabela 2.

Tabela 2

SOLUBILITĂȚILE RECIPROCE ALE COMPONENȚILOR

Componenți	Cantitatea dizolvată, % vol.
Furfurol în apă	6,3
Apă în furfurol	5,6
Distilat în apă	0,005
Apă în distilat	0,004
Furfurol în distilat	4,6
Distilat în furfurol	12,2

În tabela 3 se prezintă compoziția celor trei faze în echilibru, pentru sistemul conținînd cantități egale (33,3% vol.) din cei trei componenți.

În funcție de densitatea componentului conținut în cantitate majoră, fazele separă în ordinea:

— strat superior — bogat în hidrocarbură;
— strat mediu — bogat în apă;
— strat inferior — bogat în furfurol.

Aceste denumiri vor fi folosite în tot restul lucrării.

Tabela 3

COMPOZIȚIA CELOR TREI FAZE LICHIDE ÎN ECHILIBRU

Faza	Furfurol, % vol.	Distilat, % vol.	Apă, % vol.
Superioară	6,82	93,16	0,02
Medie	5,86	0,03	94,11
Inferioară	86,4	10,2	3,4

Sistemul astfel caracterizat este reprezentat în diagrama triunghiulară din figura 2, în care punctul *S* marchează compoziția totală a sistemului, iar punctele *a*, *b*, *c* reprezintă respectiv compozițiile fazelor medie, inferioară și superioară.

Solubilităţile reciproce ale celor trei componenţi sînt date în tabela 2.

Spre a se pune în evidenţă repartiţia componenţilor distilatului între faza superioară şi cea

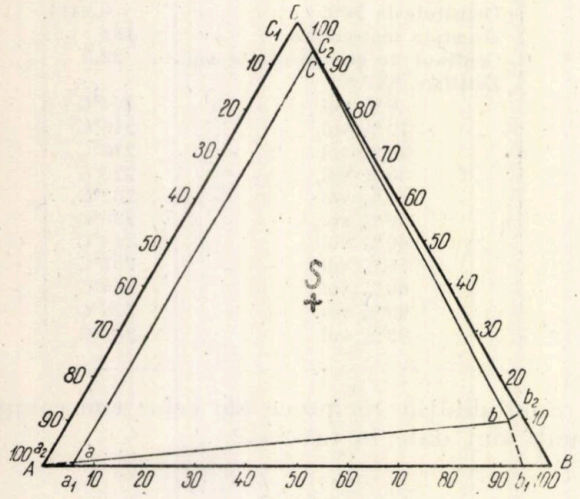


Fig. 2. Reprezentarea grafică a compoziţiei celor trei faze pentru distilat MCC—A.

inferioară, s-au îndepărtat apa şi furfurolul din aceste două faze şi s-a determinat conţinutul de aromatice din produsul petrolier rămas. Rezultatele împreună cu conţinutul de aromatice în distilatul iniţial sînt date în tabela 4.

Tabela 4

REPARTIŢIA AROMATICELOR ÎN DISTILATE*

Produsul	Conţinut de aromatice, % vol.
Distilat iniţial	22,3
Distilat în faza superioară	14,6
Distilat în faza inferioară	71,2

* Pentru simplificare se va păstra denumirea de distilat şi pentru produsele petroliere ce se repartizează între cele trei faze, cu toate că natura acestora diferă de cea a distilatului iniţial.

Din examinarea tabelei 4 apare clar faptul că distilatul iniţial suferă un proces de extracţie în urma căruia componenţii aromatici se dizolvă preferenţial în faza inferioară („extract"), iar cei parafin-naftenici în faza superioară („rafinat").

O serie de încercări preliminare în care s-a urmărit variaţia compoziţiei fazelor cu raportul dintre componenţii sistemului şi cu conţinutul de aromatice în distilat a dus la următoarele concluzii:

— compoziţia fazei medii rămîne practic constantă, indiferent de modificarea concentraţiei componenţilor în sistemul iniţial;

— compoziţia fazei superioare înregistrează variaţii destul de mici, neglijabile în calculele tehnice; ca atare, rezultatele nu se vor prezenta, ci se va discuta doar calitativ sensul de variaţie;

— faza inferioară bogată în furfurol înregistrează variaţii sensibile de compoziţie la modificarea variabilelor citate.

Pentru ilustrare se prezintă în tabela 5 variaţia compoziţiei fazei inferioare cu raportul furfurol/distilat în sistem (proporţia de apă în amestec fiind constantă).

Tabela 5

VARIAŢIA COMPOZIŢIEI FAZEI INFERIOARE CU RAPORTUL FURFUROL/DISTILAT

Compoziţia sistemului			Compoziţia fazei inferioare		
furfurol, % vol.	distilat, % vol.	apă, % vol.	distilat, % vol.	apă, % vol.	furfurol, % vol.
49,0	5,0	46,0	4,0	4,5	90,5
27,0	27,0	46,0	10,5	3,35	86,15
9,5	44,5	46,0	13,5	3,0	83,5

Datele cuprinse în tabela 5 sînt reprezentate grafic în figura 3.

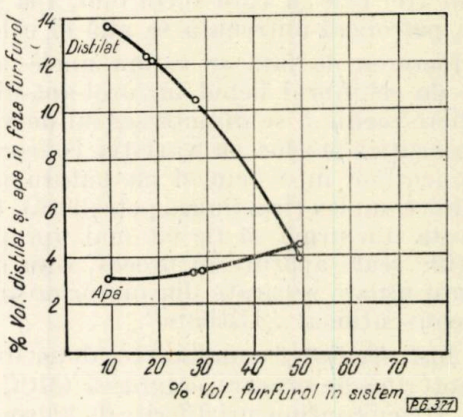


Fig. 3. Variaţia compoziţiei fazei inferioare cu raportul furfurol/distilat.

Se poate constata că, în măsura în care raportul furfurol/distilat scade de la circa 10/1 la 0,2/1, conţinutul de distilat în faza inferioară creşte de la 4 la 13,5% vol. (conţinutul de aromatice în distilatul rămas după îndepărtarea furfurolului şi apei din faza inferioară creşte de asemenea). Efectul este explicabil dacă se consideră faza superioară şi faza inferioară drept soluţiile de rafinat, respectiv extract, rezultate la operaţii de extracţie într-un singur stagiu, aşa cum s-a arătat (creşterea raţiei de solvent duce la creşterea conţinutului de solvent în soluţia de extract şi la reducerea conţinutului în aromatice al extractului). Conţinutul de apă în faza inferioară scade cu creşterea conţinutului de distilat, însă între limite mai strînse decît variaţia conţinutului de distilat. Cu scăderea raportului furfurol/distilat conţinutul de furfurol în faza superioară creşte puţin, iar conţinutul de apă rămîne practic acelaşi.

În tabela 6 se prezintă variaţia compoziţiei fazei inferioare cu conţinutul de apă în sistem.

Tabela 6

VARIAȚIA COMPOZIȚIEI FAZEI INFERIOARE CU CONȚINUTUL DE APĂ ÎN SISTEM

Raportul furfurol/ distilat	Compoziția sistemului			Compoziția fazei inferioare		
	furfurol, % vol.	distilat, % vol.	apă, % vol.	furfurol, % vol.	distilat, % vol.	apă, % vol.
10/1	28,0	2,8	69,2	91,1	4,5	4,4
	47,0	4,7	48,3	91,5	4,0	4,5
	68,0	6,8	25,2	92,9	3,5	4,6
1/1	15,3	15,3	69,4	85.3	11,5	3,2
	26,8	26,8	46,4	86,1	10,6	3,3
	33,3	33,3	33,3	86,4	10,2	3,4

Raportul furfurol/distilat a fost menținut în cele două serii de determinări la valorile 10/1, respectiv 1/1.

Datele cuprinse în tabela 6 sînt reprezentate grafic în figura 4.

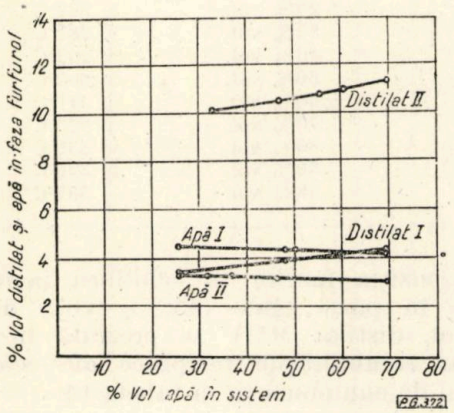


Fig. 4. Variația compoziției fazei inferioare cu conținutul de apă în sistem:
I – raport 10/1 furfurol/distilat; *II* – raport 1/1 furfurol/distilat.

Se constată că, la creșterea conținutului de apă în sistem, conținutul de distilat în faza inferioară crește între limite destul de înguste, iar conținutul de apă marchează o scădere foarte ușoară. Cum conținutul de apă în faza superioară rămîne practic constant, creșterea concentrației de apă în sistem duce la creșterea cantității fazei medii și, o dată cu aceasta, la dizolvarea unei cantități sporite de furfurol în această fază. Ca atare, raportul dintre cantitatea de furfurol și distilate scade, și probabil că acestui fapt trebuie să i se atribuie creșterea concentrației distilatului în faza inferioară (în concordanță cu cele arătate). În același sens s-a observat o creștere între limite restrînse a conținutului de furfurol în faza superioară.

2. INFLUENȚA NATURII DISTILATULUI

Vom analiza efectul variației conținutului de aromatice și al greutății moleculare (respectiv intervalul de fierbere) a distilatului asupra compoziției fazelor.

Influența conținutului de aromatice din distilatul inițial a fost pusă în evidență prin studierea echilibrului furfurol-apă-distilat MCC—B. Caracteristicile mai importante ale acestui distilat sînt date în tabela 7.

Tabela 7

CARACTERISTICILE DISTILATULUI MCC–B

Caracteristici	
Densitate la 20°C	0,8384
Greutatea moleculară	175
Conținut de aromatice, % vol.	35,8
Distilare STAS:	
0% vol.	134°C
10% vol.	183°C
20% vol.	206°C
30% vol.	211°C
40% vol.	218°C
50% vol.	225°C
60% vol.	232°C
70% vol.	243°C
80% vol.	256°C
90% vol.	278°C
98% vol.	308°C

Solubilitățile reciproce ale celor trei componenți se prezintă în tabela 8, iar compoziția fazelor la echilibru pentru sistemul conținînd proporții egale (33,3% vol.) din cei trei componenți, în tabela 9. În tabela 10 se arată concentrația de aromatice din distilatul inițial și din distilatele conținute în faza superioară, respectiv inferioară, după îndepărtarea furfurolului și a apei.

Tabela 8

SOLUBILITATEA RECIPROCĂ A COMPONENȚILOR

Componenți	Cantitatea dizolvată, % vol.
Furfurol în apă	6,3
Apă în furfurol	5,6
Distilat în apă	0,005
Apă în distilat	0,004
Furfurol în distilat	7,0
Distilat în furfurol	32,0

Tabela 9

COMPOZIȚIA CELOR TREI FAZE LICHIDE ÎN ECHILIBRU

Faza	Furfurol, % vol.	Distilat, % vol.	Apă, % vol.
Superioară	8,2	91,78	0,02
Medie	5,9	0,03	94,07
Inferioară	67,4	29,5	2,10

Tabela 10

REPARTIȚIA AROMATICELOR ÎN DISTILATE

Produsul	Aromatice, % vol.
Distilat inițial	35,8
Distilat din faza superioară	17,2
Distilat din faza inferioară	79,8

Sistemul astfel caracterizat este reprezentat în diagramă triunghiulară, în figura 5 (notaţiile folosite sînt aceleaşi ca şi în figura 2).

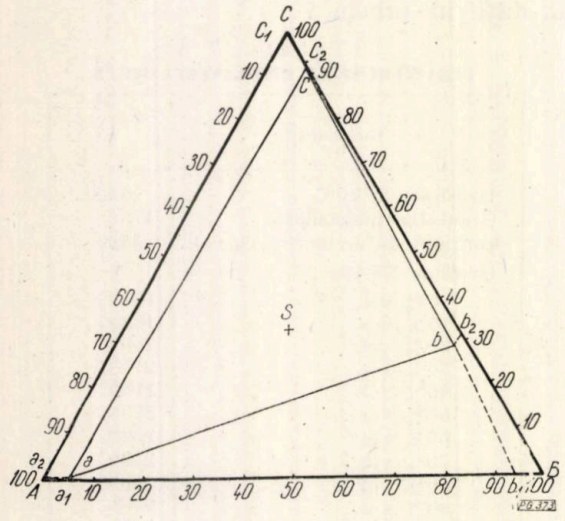


Fig. 5. Reprezentarea grafică a compoziţiei celor trei faze pentru distilat MCC—B:
A — 100% vol. apă; *B* — 100 % vol. furfurol; *C* — 100% vol. distilat.

În tabela 11 se dau compoziţiile fazei inferioare pentru unele sisteme cuprinzînd distilat MCC—B, la diverse concentraţii de furfurol şi apă.

Tabela 11

VARIAŢIA COMPOZIŢIEI FAZEI INFERIOARE CU CONŢINUTUL DE FURFUROL ŞI APĂ ÎN SISTEME

Compoziţia sistemului			Compoziţia fazei inferioare		
furfurol, % vol.	distilat, % vol.	apă, % vol.	furfurol, % vol.	distilat, % vol.	apă, % vol.
80	5	15	5	4,3	90,7
66	6	28	9,5	3,5	87,0
33,3	33,3	33,3	29,5	2,1	68,4

Din examinarea comparativă a tabelelor 8, 9, 10 şi 11 cu tabelele 2, 3, 4 şi 5 se constată următoarele:

— Solubilităţile reciproce furfurol-distilat au valori mai mari, aşa cum era de aşteptat, pentru distilatul MCC—B, mai concentrat în aromatice. Creşterea conţinutului de aromatice în distilatul iniţial duce la creşterea conţinutului de aromatice în distilatele din fazele superioară şi inferioară. Ca urmare a acestui fapt, conţinutul de furfurol în faza superioară şi conţinutul de distilat în faza inferioară cresc. Variaţia şi în acest caz este mult mai importantă pentru faza inferioară.

— Concentraţia apei în faza inferioară scade cu creşterea conţinutului de aromatice în distilatul iniţial, ca urmare a creşterii solubilităţii distilatului în furfurol (la concentraţie constantă de furfurol şi apă în sistem).

— Variaţia compoziţiei fazei inferioare cu raportul furfurol/distilat în sistem confirmă consideraţiile anterioare.

Pentru a pune în evidenţă influenţa greutăţii moleculare a componenţilor distilatului asupra compoziţiei fazelor, s-a determinat echilibrul sistemului furfurol-apă-distilat MDV (provenit dintr-o motorină parafinoasă grea de distilare în vid). Caracteristicile mai importante ale distilatului MDV sînt date în tabela 12.

Tabela 12

CARACTERISTICILE DISTILATULUI MDV

Caracteristici	
Densitatea la 20°C	0,8595
Greutate moleculară	240
Conţinut de aromatice, % vol.	21,4
Distilare, STAS:	
0 % vol.	218°C
10 % vol.	250°C
20 % vol.	269°C
30 % vol.	282°C
40 % vol.	292°C
50 % vol.	302°C
60 % vol.	311°C
70 % vol.	320°C
80 % vol.	330°C
90 % vol.	340°C
98 % vol.	357°C

Compoziţia fazelor la echilibru pentru un sistem în părţi egale (33,3 % vol.) de apă, furfurol, distilat MDV se prezintă în tabela 13, iar solubilităţile reciproce ale celor trei perechi de componenţi, în tabela 14.

Tabela 13

SOLUBILITATEA RECIPROCĂ A COMPONENŢILOR

Componenţi	Cantitatea dizolvată, % vol.
Furfurol în apă	6,3
Apă în furfurol	5,6
Distilat în apă	0,005
Apă în distilat	0,004
Furfurol în distilat	4,2
Distilat în furfurol	6,0

Tabela 14

COMPOZIŢIA CELOR TREI FAZE LICHIDE LA ECHILIBRU

Fază	Furfurol, % vol.	Distilat, % vol.	Apă, % vol.
Superioară	5,2	94,78	0,02
Medie	5,8	0,03	94,17
Inferioară	91,0	5,10	3,90

Sistemul astfel caracterizat este prezentat în diagrama triunghiulară din figura 6, amestecul iniţial fiind compus, după cum s-a mai arătat, din părţi egale (33,33 % vol.).

Din examinarea acestor două tabele se constată că, deşi concentraţia în hidrocarburi aromatice a distilatului MDV este similară cu aceea a distilatului MCC—A, prezentată la înce-

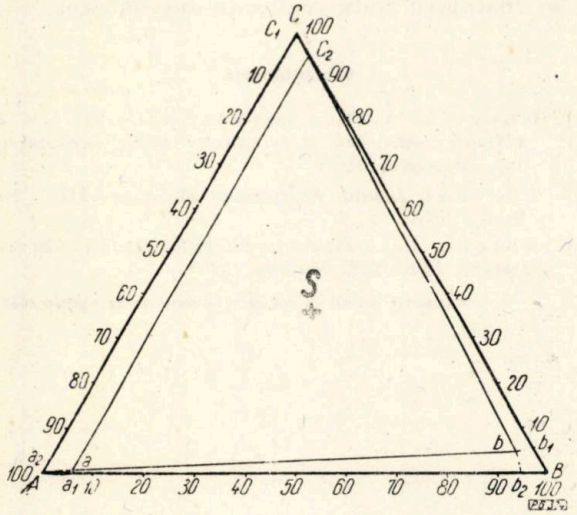


Fig. 6. Reprezentarea grafică a compoziţiei celor trei faze pentru distilat MDV:
A — 100 % vol. apă; *B* — 100 % vol. furfurol; *C* — 100 % vol. distilat.

putul lucrării, conţinuturile de furfurol şi distilat în fazele respective sînt substanţial mai mici, iar solubilităţile reciproce dintre distilat şi furfurol sînt tot mai mici. Acest fapt se poate explica prin greutatea moleculară mai mare a distilatului MDV, întrucît, după cum se ştie, cu cît greutatea moleculară a hidrocarburilor este mai mare, solubilitatea în furfurol este mai mică.

CONCLUZII

Din cele arătate rezultă că echilibrul unui sistem de trei componenţi, dintre care unul reprezintă el însuşi un amestec multicomponent, este influenţat în special de:

1. Temperatură. Deşi această variabilă nu s-a studiat în prezentul articol, este binecunoscut faptul că cu cît temperatura este mai mare, cu atît solubilităţile componenţilor se măresc, şi ca atare cu atît va fi mai mare concentraţia de distilat în faza inferioară şi de furfurol în faza superioară.

2. Raportul furfurol/distilat în amestecul iniţial: cu cît acest raport este mai mare cu atît scade conţinutul de distilat şi creşte conţinutul de apă din faza inferioară. În acelaşi timp, conţinutul de furfurol din faza superioară scade.

3. Concentraţia de apă din amestecul iniţial: cu cît această concentraţie este mai mică (la raport furfurol/distilat constant) cu atît conţinuturile de distilat din faza inferioară şi furfurol din faza superioară sînt mai mici.

4. Conţinutul de aromatice din distilatul iniţial: cu cît distilatul este mai bogat în aromatice, conţinuturile de distilat din faza inferioară şi de furfurol din faza superioară cresc.

5. Greutatea moleculară a distilatului iniţial: cu cît aceasta este mai mare cu atît conţinuturile de distilat din faza inferioară şi furfurol din faza superioară sînt mai mici.

În toate cazurile discutate se observă o variaţie mult mai mare a compoziţiei fazei inferioare decît a celei superioare. Mai mult chiar, în faza superioară concentraţia de apă este practic invariabilă, ca şi compoziţia fazei medii, bineînţeles în măsura în care se lucrează la temperatură constantă.

Pe baza datelor experimentale prezentate, ca o ilustrare se poate estima concentraţia componenţilor în sistemul de trei faze, care apare la extracţia motorinelor cu furfurol. În măsura în care se solventează o materie primă cu o temperatură iniţială de distilare în jur de 230°C, se antrenează la stripare circa 3—5% faţă de materia primă. Cum raţia de solvent variază în jur de 1/1 faţă de materia primă, iar apa prezentă în sistemul de condensare este între 15 şi 30% (inclusiv recirculaţiile aferente), rezultă că raportul furfurol/motorină este de circa 20/1—30/1, iar conţinutul de apă în jur de 22%. În aceste condiţii, conform celor arătate rezultă că în faza inferioară concentraţia distilatului ar fi în jur de 4—6%, iar în faza superioară concentraţia furfurolului ar varia între 5 şi 8%. Aceste estimaţii sînt confirmate de valorile obţinute industrial.

Este interesant de precizat că, în cazul în care s-ar lucra cu alt solvent, consideraţiile făcute îşi păstrează sensul, modificîndu-se doar valoarea absolută a solubilităţilor.

*

Metodele analitice pentru determinarea conţinutului de apă şi furfurol prezentate la începutul lucrării dau rezultate destul de exacte pînă la conţinuturi care nu depăşesc 20—30%. Pentru stabilirea compoziţiei fazei furfurol este nevoie să se determine conţinuturi de furfurol de peste 90%, ceea ce poate duce implicit la erori apreciabile. Ca atare, autorii au căutat să elaboreze o metodă rapidă cu ajutorul căreia să se poată determina conţinutul de distilat.

Metoda este următoarea:

10 cm³ din proba de analizat se amestecă cu 10 cm³ de *n*-heptan (pentru reducerea viscozităţii şi densităţii) şi cu 250 m³ de apă. Operaţia se execută într-un sulfurimetru de capacitate corespunzătoare. După o agitare puternică proba se lasă la decantat circa o jumătate de oră. Apa extrage furfurolul, iar în stratul superior separat se citesc cm³ de *n*-heptan plus motorină. Metoda este extrem de expeditivă, iar erorile nu depăşesc 8—12%, ceea ce satisface întrutotul scopul propus. Eroarea menţionată este rezultatul mediei a peste 30 de verificări. Metoda se poate aplica cu rezultate bune la

conținuturi de motorină între 5 și 90%, la valorile mari putîndu-se verifica și prin determinarea de furfurol și apă.

Ca justificare teoretică a erorilor citate menționăm că la extracția unui amestec de furfurol și motorină cu apă, la temperatura ambiantă, rezultă o separare în două faze, în faza superioară rămînînd puțin furfurol, iar în cea inferioară, urme de hidrocarburi. De exemplu, presupunînd conținutul de motorină în amestecul inițial de 10 cm³ de 5%, la care se adaugă 10 cm³ *n*-heptan și 250 cm³ apă, în faza superioară rămîn circa 1—1,5% furfurol, iar în faza apoasă se dizolvă circa 0,03% hidrocarburi (ca urmare a conținutului de circa 3—4% furfurol). Din calcul rezultă deci o eroare cuprinsă între 6 și 15%, valoriile medii fiind cuprinse, după cum s-a mai arătat, între 8 și 12%. Este de remarcat că în măsura în care conținutul de motorină în faza analizată crește, erorile sînt sensibil mai mici. Metoda este folosită cu succes și în instalații industriale de solventare.

BIBLIOGRAFIE

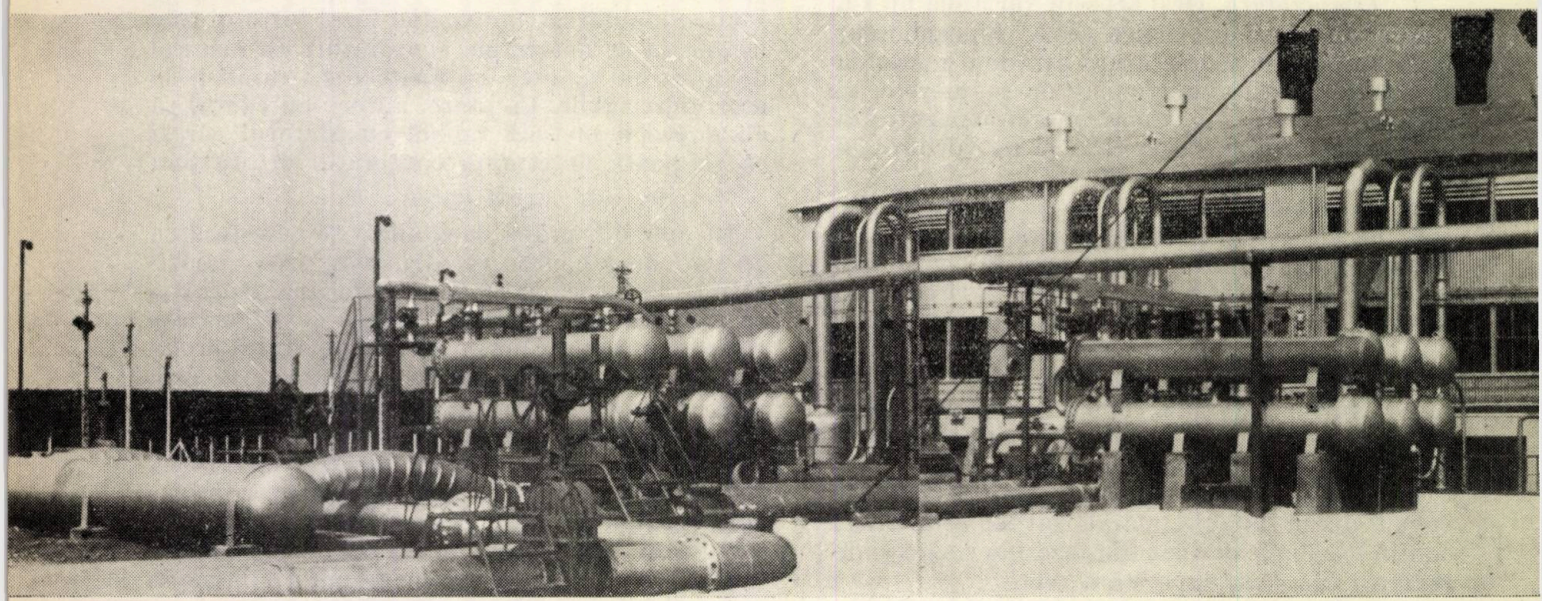
[1] Gurvici, V. L., Șosnovskii, N. P. *Selektivnie rastvoriteli v pererabotke nefti*, Gostoptehizdat, Moscova, 1953.

[2] Treybal. *Liquid Extraction*, Mc Graw-HIll, New York, 1951.

[3] Alders, L. *Jidkostnaia extrakțiia*. Izdatelstvo inostrannoi literaturî, Moskva, 1957.

Manuscris primit în redacție la data de 24 aprilie 1962.

Stația de compresoare — Țicleni



C.Z. 665.512.21 : 621.643

Cauzele dificultăților întîmpinate la transportul prin conductă al țițeiului parafinos de Berca

Ing. B. SILBERSTEIN

În fiecare iarnă, şi mai ales în perioadele de tranziție de la toamnă la iarnă şi de la iarnă la primăvară, adică la căderea ploilor reci de toamnă de lungă durată şi la topirea zăpezilor primăvara, se produc frecvente dificultăți la transportul prin conductă al țițeiului de Berca parafinos spre rafinăriile din Ploieşti, dificultăți care, dacă nu sînt rezolvate prompt, pot avea ca efect parafinarea conductei sau coagularea țițeiului din conductă, deci sistarea temporară a pompării.

Efectele parafinărilor sau congelărilor de conducte pot conduce la imposibilitatea de a se evacua producția de țiței, cu toate consecințele ce pot decurge din aceasta pentru schele şi rafinării.

Parafinarea conductei sau congelarea țițeiului din conductă se datoreşte apelor meteorice care au temperaturi scăzute şi răcesc solul şi implicit pereții conductei, respectiv țițeiul care circulă prin conductă.

Cînd solul este acoperit cu zăpadă, pierderile de căldură ale țițeiului din conductă sînt mai mici şi în general nu au loc parafinări sau congelări, deoarece zăpada lucrează ca un strat izolator.

Pentru preîntîmpinarea parafinărilor şi congelărilor s-au instalat în anul 1945, pe traseul acestui tronson de conductă cuptoare pentru încălzirea țițeiului, plasate la distanțe aproximativ egale.

Cuptoarele pentru încălzirea țițeiului sînt de tip convecție, avînd fiecare o suprafață de încălzire de 100 m^2.

În figura 1 se pot vedea distanțele la care sînt amplasate cuptoarele, precum şi temperaturile țițeiului la intrarea şi ieşirea din cuptoarele de încălzire.

Temperaturile indicate în figura 1 sînt cele observate în perioada 1960—1961, cînd temperatura cea mai scăzută a solului a fost de +5°C, deci s-au ales condițiile cele mai defavorabile.

Pe restul traseului de conductă pînă la Ploieşti nu s-au constatat niciodată dificultăţi la pomparea ţiţeiului parafinos de Berca.

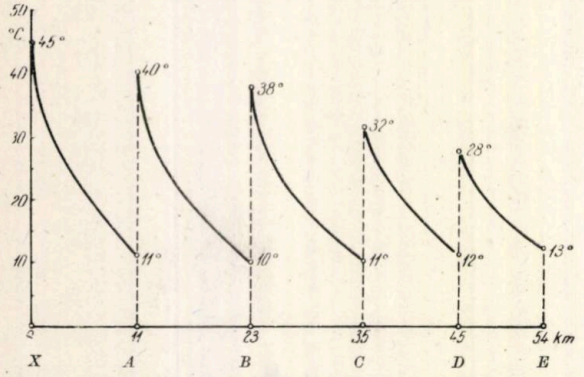


Fig. 1. Distanţele dintre staţiile de încălzire şi temperaturile la intrarea şi ieşirea din cuptoare.

Tot cu scopul de a se evita parafinarea conductei, aceasta se curăţă cu ajutorul răzuitoarelor de parafină, pe tronsoane, după un grafic stabilit lunar, pe zile şi într-o anumită ordine.

Pentru introducerea şi scoaterea răzuitoarelor de parafină există o gară de lansare la plecare, gări de lansare şi gări de primire pe traseu şi în rafinăriile din Ploieşti.

În general, în perioada mai—octombrie se poate pompa direct ţiţeiul de la Berca la Ploieşti, fără nici o dificultate.

În perioada octombrie—mai, se foloseşte şi staţia intermediară de repompare amplasată pe traseul conductei.

În figura 2 se pot vedea caracteristicile mai importante ale ţiţeiului parafinos de Berca, determinate în perioada 1960—1961.

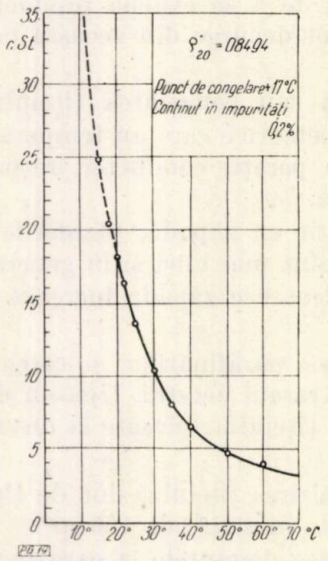


Fig. 2. Curba viscozitate-temperatură a ţiţeiului parafinos de Berca.

În cele ce urmează se vor face unele consideraţii în legătură cu amplasarea staţiilor de încălzire, cu cauzele parafinărilor frecvente ce se produc pe această conductă şi propuneri pentru prevenirea şi înlăturarea acestora.

Date fiind scăderile mari de temperatură ale ţiţeiului din conductă, s-a verificat dacă cuptoarele de încălzire au fost amplasate la distanţele necesare.

STABILIREA DISTANŢEI LA CARE ACŢIONEAZĂ CUPTOARELE DE ÎNCĂLZIRE DE PE CONDUCTA BERCA-PLOIEŞTI

Pentru aceasta ne-am folosit de formula savantului rus Suhov, în care se vor introduce parametrii de mai jos :

45°C	reprezintă	temperatura ţiţeiului la începutul primului tronson de conductă ;
11°C	—	temperatura ţiţeiului la sfîrşitul primului tronson de conductă ;
5°C	—	temperatura solului ;
2	—	coeficientul total de transmitere a căldurii, kcal/m²/h/°C ;
0,164	—	diametrul exterior al conductei, m ;
9,8	—	debitul de pompare, l/s ;
0,45	—	căldura specifică a ţiţeiului, kcal/kg/°C (calculată cu ajutorul formulei lui Cragoe) ;
0,848	—	densitatea ţiţeiului la temperatura medie a ţiţeiului din conductă, care este de 22°C ;
l	—	lungimea tronsonului de conductă, m.

Formula lui Suhov este :

$$\lg \frac{t_1 - t_0}{t_2 - t_0} = - \frac{0.434 \times 3{,}14 \times k \times d}{Q \times c \times \gamma \times 3\,600} \times l,$$

în care :

t_2 este temperatura ţiţeiului la începutul primului tronson de conductă, °C ;
t_1 — temperatura ţiţeiului la sfîrşitul primului tronson de conductă, °C ;
t_0 — temperatura solului, °C ;
K — coeficientnl total de transmitere a căldurii, kcal/m²/h/°C ;
d — diametrul exterior al conductei, m ;
Q — debitul de pompare, l/s ;
c — căldura specifică a ţiţeiului, kcal/kg/°C ;
γ — densitatea ţiţeiului la temperatura medie a ţiţeiului din conductă ;
l — lungimea tronsonului de conductă, m.

Înlocuind în formulă parametrii menţionaţi, se obţine :

$$\lg \frac{11 - 5}{45 - 5} = - \frac{0{,}434 \times 3{,}14 \times 2 \times 0{,}164}{9{,}8 \times 0{,}45 \times 0{,}848 \times 3\,600} \times l.$$

Rezolvînd ecuaţia se găseşte :

$$- 0{,}82391 = - 0{,}0000332 \times l,$$

sau:

$$l = 24\,815 \text{ m.}$$

Deci, pentru ca țițeiul să se răcească pînă la 11°C, ar fi trebuit să parcurgă 24,8 km; or, în realitate se atinge această temperatură după ce țițeiul a parcurs numai 11 km.

Distanțele dintre cuptoarele de încălzire fiind aproximativ egale, la prima vedere se poate trage concluzia că cuptoarele nu au fost amplasate la distanțele necesare.

Deoarece parametrii care au fost introduși în formula lui Suhov, ca: temperaturi, debit, densitate, diametrul conductei, căldură specifică, au fost determinați exact, nu pot fi puși în discuție.

Singurul parametru care ar putea fi pus în discuție este coeficientul total de transmitere a căldurii de la țiței la sol.

În consecință, s-a calculat valoarea coeficientului total de transmitere a căldurii, K, în cazul în speță, prin mai multe căi.

Un argument în plus pentru aceasta a fost și faptul că literatura de specialitate recomandă ca, pentru calcule practice de proiectare, să se admită în medie $K = 2$ kcal/m²/h/°C.

DETERMINAREA VALORII REALE A LUI K, ÎN CAZUL DE FAȚĂ

Calculul coeficientului de transmitere a căldurii este complicat, deoarece depinde de mai mulți factori, iar valoarea lui nu este aceeași pe tot traseul conductei, deoarece, pe de o parte, solul în care este îngropată conducta nu are aceeași compoziție de-a lungul traseului conductei, iar pe de altă parte, terenul în care este îngropată conducta poate fi uscat, umed sau foarte umed, eventual putînd întruni toate aceste stări.

Totul se complică și mai mult prin faptul că o conductă poate trece prin terenuri mlăștinoase, bălți, rîuri, adică prin zone de răcire puternică.

Determinarea lui K (metoda 1)

Folosind formula lui Suhov și ținînd seamă de parametrii folosiți mai sus, s-a scos valoarea lui K:

$$\lg \frac{11-5}{45-5} = -\frac{0{,}434 \times 3{,}14 \times 0{,}164 \times 11\,000}{9{,}8 \times 0{,}848 \times 0{,}45 \times 3\,600} \times K.$$

Rezolvînd ecuația se obține:

$$-0{,}82391 = -0{,}18220 \times K,$$

deci:

$$K = \frac{0{,}82391}{0{,}18220} = 4{,}52 \text{ kcal/m}^2\text{/h/°C}.$$

Determinarea lui K (metoda 2)

Temperatura solului (+5°C) fiind practic constantă, se poate considera că avem de-a face cu o răcire a țițeiului din conductă printr-un mediu cu temperatură constantă (fig. 3).

Cantitatea de căldură Q_1 cedată orar de țițeiul din conductă către sol, admițînd un debit de 30 t/h, este:

$$30\,000 \times (45 - 11) \times 0{,}45 = 459\,000 \text{ kcal/h}.$$

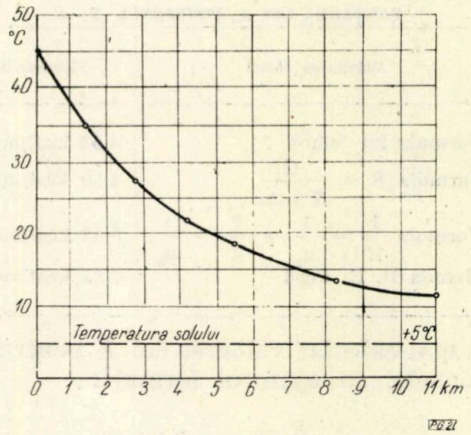


Fig. 3. Temperatura țițeiului din conductă pe primul tronson $X-A$.

Suprafața conductei S în m² pe porțiunea considerată, de 11 km, este:

$$3{,}14 \times 0{,}164 \times 11\,000 = 5\,664 \text{ m}^2.$$

Diferența maximă de temperatură țiței-sol este $45 - 5 = 40$°C.

Diferența minimă de temperatură țiței-sol este $11 - 5 = 6$°C.

Diferența medie logaritmică de temperatură Δt este egală cu:

$$\frac{40-6}{2{,}3 \times \log \frac{40}{6}} = \frac{34}{2{,}3 \times \log 6{,}66} = 18\text{°C}.$$

Deci:

$$K = \frac{Q_1}{S \times \Delta t} = \frac{459\,000}{5\,664 \times 18} = 4{,}50 \text{ kcal/m}^2\text{/h/°C}.$$

Făcînd calculele rezultă că pentru ca temperatura țițeiului din conductă să scadă cu 1°C, țițeiul trebuie să parcurgă:

$$\frac{11\,000}{45-11} = 353 \text{ m}.$$

S-a mai calculat valoarea lui K cu ajutorul formulei:

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}$$

și a metodei indicate de Ford, P.E. [2].

Nu s-au mai prezentat calculele, deoarece formulele matematice ar fi ocupat prea mult spațiu: valorile respective ale lui K se pot vedea în tabela 1.

Deoarece metodele de calcul folosite au un caracter științific ce nu poate fi pus la îndoială, se deduce că valoarea medie a lui K este de 6,35 kcal/m²/h/°C.

Din tabela 1 se mai poate constata că ultimele două metode de calcul dau valori mult mai mari pentru K şi că valoarea lui K depinde de metoda de calcul aleasă.

Tabela 1

VALOAREA LUI K, TRONSONUL $X-A$

Nr. crt.	Metoda de calcul	Valoarea lui K
1	Formula lui Suhov	4,52 kcal/m²/h/°C
2	Formula $K = \frac{Q}{S \times \Delta t}$	4,50 kcal/m²/h/°C
3	Formula $\frac{1}{K} = \frac{1}{a_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{a_2}$	8,52 kcal/m²/h/°C
4	Metoda P. E. Ford	7,87 kcal/m²/h/°C

S-a mai calculat valoarea lui K pentru toate tronsoanele, cu ajutorul formulei :

$$K = \frac{Q}{S \times \Delta t}.$$

Rezultatele obţinute sînt în perfectă concordanţă cu cele obţinute cu ajutorul formulei lui Suhov, cu toate că se folosesc alţi parametri.

Este de remarcat că formula de mai sus, care se foloseşte în mod curent la determinarea suprafeţelor de încălzire a schimbătoarelor de căldură, cuptoarelor, răcitoarelor, etc., se poate aplica şi în cazul conductelor la determinarea coeficienţilor de transmitere a căldurii.

Trebuie să menţionăm că formula lui Suhov se foloseşte în mod curent la proiectarea conductelor de ţiţei.

Din cele arătate pînă aici se pot trage următoarele concluzii :

— Cuptoarele pentru încălzirea ţiţeiului au fost amplasate la distanţele necesare pentru condiţiile de exploatare a conductei din anul 1945 (anul montării lor), cînd conducta era utilizată la capacitatea maximă şi funcţiona fără dificultăţi.

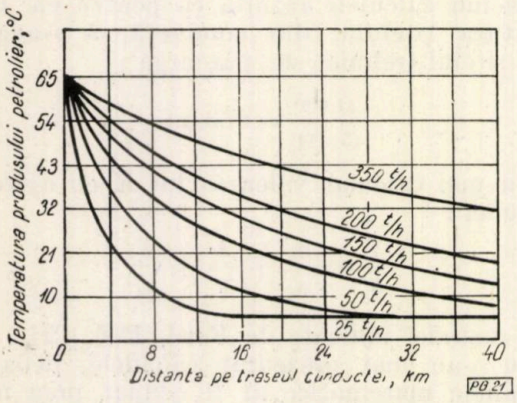


Fig. 4. Scăderea temperaturii ţiţeiului pompat printr-o conductă de 12", în funcţie de debitul de pompare.

— Debitul orar de pompare nemaifiind acelaşi, pierderile termice ale conductei, de la ţiţei la sol, sînt mai mari, deci şi coeficienţii de transmitere a căldurii au valori mult mai mari decît cei obişnuiţi.

În figura 4 se poate vedea efectul micşorării debitului de pompare asupra temperaturii produsului din conductă.

De exemplu, la un debit de 350 t/h, temperatura ţiţeiului scade cu 33°C, după ce a parcurs 40 km, în timp ce, la un debit de 25 t/h, temperatura ţiţeiului scade cu 33°C, după ce a parcurs numai 2 km.

CAUZELE PARAFINĂRII CONDUCTEI BERCA—PLOIEŞTI SAU ALE CONGELĂRII ŢIŢEIULUI DIN CONDUCTĂ

Parafinarea conductei sau congelarea ţiţeiului din conductă este efectul uneia dintre cauzele enumerate mai jos, sau efectul combinat al acestora.

1. Pierderile mari de calorii ale ţiţeiului din conductă către sol — datorite faptului că coeficientul total de transmitere a căldurii este de ordinul 6,35 kcal/m²/h/°C, în loc de 2—3 kcal/m²/h/°C, cît citează literatura de specialitate.

Acesta este motivul pentru care temperatura ţiţeiului, la sfîrşitul tronsoanelor (intrarea în cuptoare), în loc să ajungă cu 3—5°C peste temperatura de congelare a ţiţeiului, cît prevăd normele în cazul ţiţeiurilor parafinoase, adică în cazul nostru 20—22°C, ajunge cu 6—8°C sub temperatura punctului de congelare determinat în laborator.

2. Temperatura ţiţeiului scăzînd cu 6—8°C sub temperatura punctului de congelare face ca viscozitatea şi coeficienţii de frecare ai ţiţeiului să crească mult spre sfîrşitul fiecărui tronson de conductă.

3. Pomparea de ţiţei de intervenţie — care conţine şi cîteva procente de gazolină — insuficient încălzit pentru evitarea pierderilor prin evaporare.

Efectul diluării ţiţeiului cu gazolină, în anumite condiţii de temperatură, pot fi precipitarea parafinei şi depunerea ei pe pereţii conductei, adică parafinarea conductei, fenomen ce complică mult pomparea ţiţeiului.

Se ştie foarte bine că, în mediu diluat şi la temperaturi scăzute, precipitarea parafinei din ţiţei se face mai uşor.

4. Oprirea pompării ţiţeiului în lunile reci ale anului, chiar pentru o scurtă durată de timp, datorită spargerilor de conductă, spargerilor de garnituri, defecţiunilor la pompă sau la electromotor, opririlor accidentale ale curentului electric, înţepenirii unui godevil în conductă, defecţiunilor la cuptoarele de încălzire, negodevilării conductei conform graficului, pompării unui cupon de ţiţei cu punct de congelare mai ridicat, urmat de creşterea presiunii de pompare, datorită scăderii debitului şi deci parafinării conductei, eventual congelării ţiţeiului şi intervenţiei tardive cu ţiţei necongelabil în urma unei creşteri bruşte de presiune peste cea de regim.

În general, trebuie evitate cu desăvîrşire întreruperile de pompare, deoarece starea de repaus a ţiţeiului din conductă, mai ales la temperaturi inferioare celei a punctului de congelare, favorizează formarea reţelei de cristale de parafină şi deci congelarea ţiţeiului din conductă.

5. Necurăţarea la timp a fundurilor rezervoarelor din Berca de depunerile de parafină.

Faptul că ţiţeiul se poate totuşi pompa la temperaturi inferioare temperaturii de congelare determinate în laborator se datoreşte următoarelor cauze :

— în laborator temperatura de congelare a ţiţeiului se determină în eprubete de sticlă cu diametrul de 20 ± 2 mm, ţiţeiul fiind în stare de repaus, de imobilitate ;

— diametrul conductei este mult mai mare decît diametrul eprubetei de sticlă, iar ţiţeiul din conductă este în mişcare (regim de curgere turbulent) ;

— ţiţeiul din conductă, fiind în mişcare, congelează la o temperatură mai scăzută, deoarece starea de agitare întîrzie sau chiar împiedică formarea reţelei de cristale de parafină, care conduce la congelarea întregii mase de ţiţei ;

— în jurul temperaturii de congelare, ţiţeiul se comportă ca un lichid tixotropic, ceea ce permite pomparea lui chiar la temperaturi inferioare temperaturii de congelare, deoarece, prin agitarea ţiţeiului în pompă şi conductă, el trece din starea de gel în stare de sol, devenind astfel mai fluid, mai mobil.

PROPUNERI PENTRU EVITAREA DIFICULTĂŢILOR ÎNTÎMPINATE LA TRANSPORTUL PRIN CONDUCTĂ AL ŢIŢEIULUI PARAFINOS DE BERCA

1. O soluţie pentru rezolvarea problemei ar fi izolarea termică a conductei cu ţesătură din fibră de sticlă acoperită cu material plastic inert şi hidrofug, pe bază de hidrocarburi parafinice saturate.

Avantajele acestei soluţii sînt : micşorarea numărului de cuptoare necesare pentru încălzirea ţiţeiului sau micşorarea temperaturii de încălzire a ţiţeiului şi prelungirea timpului în care ţiţeiul din conductă rămîne fluid, pînă la parafinarea conductei sau congelarea ţiţeiului, în cazul unei întreruperi de pompare, sau reînceperea pompării după o oprire accidentală, deoarece pierderile de calorii în sol sînt reduse aproape total.

Natural că izolarea termică a întregii conducte ar costa foarte mult, dar s-ar putea încerca numai izolarea porţiunilor iniţiale ale fiecărui tronson de conductă, pe o lungime de circa 4—5 km, unde temperatura ţiţeiului are valorile cele mai ridicate şi unde, aşa cum rezultă şi din figurile 1 şi 3, se pierd în sol cele mai multe calorii, din cauza diferenţei mari dintre temperatura ţiţeiului din conductă şi temperatura solului.

Anulîndu-se aproape toate pierderile de căldură în porţiunile iniţiale ale tronsoanelor de conductă, ţiţeiul va ajunge mai cald în porţiunile finale de conductă, fapt ce va duce la realizarea avantajelor menţionate.

2. O altă soluţie mai uşor realizabilă ar fi încălzirea ţiţeiului în staţia de pompare iniţială, cu ajutorul schimbătoarelor de căldură, la o temperatură mai mare de 60—65°C, şi ridicarea temperaturii ţiţeiului la ieşirea din cuptoare la 45—50°C.

Mărirea debitului orar de pompare pentru reducerea pierderilor de căldură nu mai este posibilă, capacitatea conductei fiind mai mare decît producţia zilnică actuală a schelei, iar încercările — la diverse intervale de timp — de tratament termic al ţiţeiului nu au dat rezultate în cazul acestui ţiţei.

Cu măsurile indicate mai sus considerăm că se vor putea înlătura pe viitor dificultăţile de pompare în perioadele reci ale anului pe conducta în cauză.

BIBLIOGRAFIE

[1] Drăgotescu, N. D., Ghiliceanu, M., Oniceanu, V., Vasilache, N. *Transportul pe conductă al ţiţeiului, gazelor şi produselor petroliere.* Editura tehnică, 1961.

[2] Ford, P. E. *Probleme de transport, depozitarea şi distribuirea produselor petroliere.* Culegere de material documentar. Pomparea prin conducte a produselor petroliere vîscoase. I.D.T., 1958, p. 48—64.

[3] Popov, S. S. *Pomparea ţiţeiului parafinos.* Editura tehnică, 1954.

[4] Popov, S. S. *Exploatarea conductelor magistrale de ţiţei.* Gostoptehizdat, 1948.

[5] Popov, S. S. *Transportul ţiţeiului, produselor petroliere şi gazelor.* I.D.T., 1952.

[6] Lobkov, A. M. *Colectarea şi transportul ţiţeiului în schele.* Gostoptehizdat, 1955.

[7] Vasilache, N. *Dificultăţile determinării viscozităţii ţiţeiurilor parafinoase în zona temperaturii de congelare.* În : Petrol şi Gaze, nr. 9, 1959.

[8] Regenstreiff, D. *Colectarea, înmagazinarea şi transportul ţiţeiului şi produselor petroliere.* În : Manualul inginerului petrolist, 46, Editura tehnică, 1958.

[9] Ghiliceanu, M. *Transportul ţiţeiului şi gazelor prin conducte.* Culegere de probleme. Editura tehnică, 1954.

[10] *Transportul, depozitarea şi manipularea produselor petroliere vîscoase.* I.D.T., 1954.

Manuscris primit în redacţie la data de 25 martie 1963

C.Z. 665.51.621.643 : 621.791

Controlul nedistructiv al sudurilor la montajul conductelor magistrale pentru transportul țițeiului, gazelor și produselor petroliere

Ing. A. FORJE

Odată cu introducerea progresului tehnic în producție, muncitorii, inginerii și tehnicienii din țara noastră luptă pentru îmbunătățirea calității produselor. Directivele Congresului al III-lea al P.M.R. prevăd, pentru întreprinderi, întărirea controlului tehnic asupra materiilor prime, materialelor, fazelor de fabricație, precum și asupra produselor terminate, și dotarea unităților de producție cu aparate de măsură și control, laboratoare etc. — corespunzătoare.

În sectorul construcției conductelor magistrale pentru transportat țiței, gaze și produse petroliere, în care statul nostru investește an de an sume importante, s-a acordat în ultima vreme o atenție deosebită îmbunătățirii calității lucrărilor.

Astfel, construcția conductelor magistrale realizîndu-se prin îmbinarea cap la cap cu sudură electrică a țevilor de oțel, sudarea fiind operație principală, calității acesteia i s-a acordat atenția cea mai mare.

În cadrul Întreprinderii de montaj conducte magistrale din Brașov, s-au creat — în scopul controlului sudurilor — mijloace ample, atît sub raportul controlului distructiv, cît mai ales sub raportul controlului nedistructiv, pe linia căruia s-a dezvoltat larg tehnica controlului radiografic cu radiații nucleare.

Astfel s-au realizat, în anul 1961, circa 45 000 suduri de conducte, totalizînd aproximativ 58 500 m cordon de sudură electrică, în trei straturi. Controlul radiografic cu radiații nucleare a cercetat aproape 5% din numărul total al sudurilor.

Experiența controlului radiografic cu raze X, cu care acesta s-a început cu cîțiva ani în urmă, dovedindu-se rodnică sub raportul îmbunătățirii calității îmbinărilor sudate, în anii ce au urmat s-a trecut la intensificarea acestui control, prin mărirea numărului de suduri radiografice, introducîndu-se în producție dispozitive de control radiografic folosind — drept surse de radiații — surse de raze gama produse de izotopi radiactivi (^{192}Ir, ^{137}Cs, ^{60}Co).

Principiul radiografierii sudurilor, de altfel același ca și pentru radiografierea oricărei piese metalice, este următorul:

Se știe că diferența de permeabilitate dintre metalul compact al sudurii și defectele din metal la trecerea radiațiilor elec-

tromagnetice cu lungimi de undă 0,1 Å pînă la 0,001 Å (între 0,1 Å şi 0,01 Å avem de-a face cu spectrul razelor X, iar între 0,1 Å şi 0,001 Å, cu spectrul razelor gama) poate fi pusă în evidenţă pe un clişeu radiografic, avînd în vedere reacţia radiochimică diferită a substanţei radiosensibile pe bază de bromură de argint de pe clişeu, la intensităţi diferite de radiaţie (efect Comptom : interacţiunea radiaţiei electromagnetice de lungime de undă scurtă cu materia).

I. EFECTELE DIRECTE ALE CONTROLULUI RADIOGRAFIC

a. Operativitate mare. În cazul laboratoarelor mobile utilate cu autodube-laborator, în care se pot developa radiografiile realizate, este posibilă urmărirea îndeaproape a procesului de producţie. Într-un timp relativ scurt, circa o jumătate de oră de la operarea radiografierii, se pot da relaţii despre calitatea sudurii.

b. Datele despre calitatea sudurilor privesc tocmai suduri care rămîn în serviciu, avantaj pe care cercetările distructive nu-l au (încercări mecanice, cercetarea micrometalografică examenul macrostructurii, analizele chimice etc.).

c. Efect educativ şi psihologic asupra sudorilor.

Observaţii :

Se menţionează faptul că metoda controlului radiografic nu este totuşi o metodă completă de cercetare, întrucît nu poate da relaţii despre modificările structurale sau chimice ale metalului şi, în cele mai multe cazuri, nici asupra structurii lamelare a sudurii.

II. ORGANIZAREA CONTROLULUI RADIOGRAFIC

Perioada anilor 1958—1959—1960 s-a considerat ca interval de experimentare, în acest timp creîndu-se bazele pentru generalizarea controlului radiografic al sudurilor în cadrul lucrărilor Întreprinderii de montaj conducte magistrale din Braşov. A luat fiinţă un laborator-unitate nucleară, autorizat pentru lucrul cu radiaţii nucleare de către Comitetul pentru energia nucleară de pe lîngă Consiliul de Miniştri.

Activitatea laboratorului se desfăşoară prin secţiile sale mobile care au sarcina de a urmări îndeaproape procesul de producţie a sudurilor pe şantierele de montaj conducte ale întreprinderii.

Instalaţiile de radiografiere de care dispune în prezent laboratorul întreprinderii fac posibil controlul sistematic pentru :

1. Sudurile pe porţiuni de conductă care traversează rîuri, şosele şi căi ferate.

2. Sudurile pe porţiuni de conductă instalată pe străzi sau în apropierea aşezărilor omeneşti.

3. Sudurile pe firul conductei, în vederea sondajului, pentru verificarea calităţii sudurilor şi a conştiinciozităţii sudorilor.

4. Sudurile pe firul conductei, în vederea sondajului, pentru verificarea modului de lucru cu agregatele automate de sudură.

Secţiile mobile ale laboratorului lucrează conform unui grafic care cuprinde — la intervale periodice regulate — activitatea secţiilor de sudaj la toate şantierele întreprinderii.

III. INSTALAŢIILE DE RADIOGRAFIERE

Radiografierea sudurilor la montajul conductelor magistrale se face prin două procedee :

a. Cu sursa în exteriorul conductei cu raze X sau gama.

b. Cu sursa în interiorul conductei cu raze gama, uzînd de dispozitive special construite în acest scop, care pot fi introduse şi tractate în interiorul conductelor.

a.1. Radiografierea sudurilor cu raze X, *cu sursa în exteriorul conductei.* Instalaţia de raze X de care dispune laboratorul întreprinderii noastre este o staţie mobilă, instalată pe o autodubă-laborator, cu următoarele caracteristici :

1. Tensiune maximă de accelerare : 200 V.

2. Tensiune de alimentare : 220 sau 380 V.

3. Intensitatea maximă la filamentul tubului de raze X : 5 mA.

4. Puterea maximă de pătrundere a radiaţiilor: 66 mm^{Fe}.

Instalaţia de raze X se compune dintr-un tub monobloc conţinînd în aceeaşi cuvă tubul emiţător de raze X şi transformatorul de 200 kV, un cablu cu nouă poli, care face legătura electrică cu panoul de comandă, panoul de comandă şi un grup electrogen mobil de alimentare de 1,5 kW.

Radiografierea sudurilor cu instalaţia de raze X s-a făcut constituindu-se sursa de raze X ca punct exterior conductei, radiaţiile X urmînd să proiecteze imaginea sudurii pe clişeul radiografic, după ce înainte au traversat oblic peretele conductei — care se presupune lipsit de defecte — din partea opusă. Eventualele defecte din peretele conductei care ar apărea în imaginea sudurii pot fi determinate şi localizate precis, pe baza experienţei celui care interpretează imaginea radiografică.

Protecţia contra radiaţiilor, ştiindu-se că intensitatea radiaţiei scade cu pătratul distanţei, s-a realizat asigurîndu-se o distanţă de 60 m între sursa de emisie a razelor X şi panoul de comandă unde se află tehnicianul în timpul expunerii radiografice. Doza de radiaţii măsurată la panoul de comandă este de 0,2 mR pe oră.

a.2. Radiografierea sudurilor cu raze gama, cu sursa în exteriorul conductei. Folosirea instalaţiilor de raze X în condiţiile lucrului pe traseele conductelor magistrale, în aer liber, este dificilă, mai ales datorită gabaritului mare al acestora şi dependenţei de grupul electrogen pentru alimentarea cu energie electrică, ceea ce duce la transportul greu de executat şi în general la

operații complicate și greoaie. Pe de altă parte, prețul de cost al unei instalații de raze X este foarte ridicat.

au fost folosite și dispozitive de radiografiere cu raze gama produse de izotopi radioactivi, pentru radiografieri tot din exterior. În prezent,

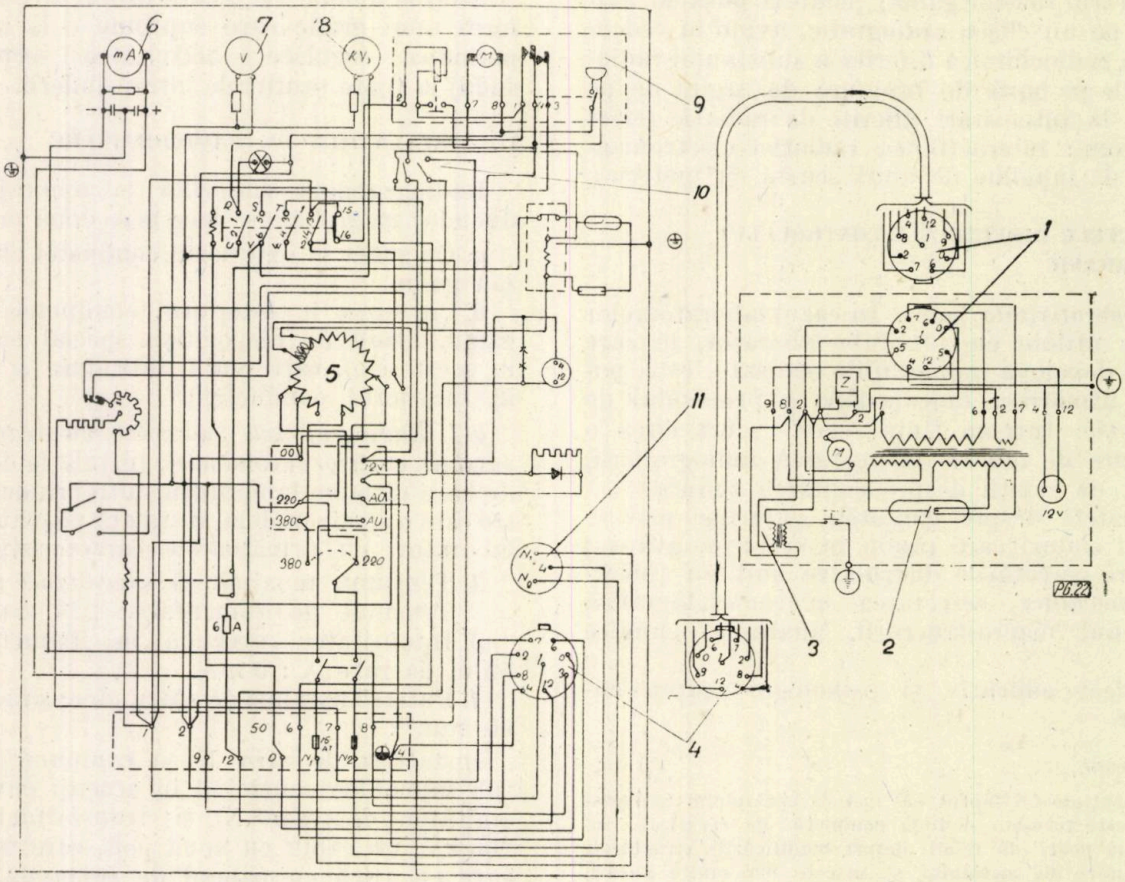


Fig. 1. Schema conexiunilor instalației de raze X: „Eresco 200"

1 – priză legături electrice: cablu cu nouă poli – tub monobloc; *2* – tubul emițător de raze X legat la secundarul transformatorului de 200 kV; *3* – contact de expunere; *4* – priză legături electrice; cablu cu nouă poli – panou de comandă; *5* – reostatul de variație a tensiunii înalte; *6* – miliampermetru cu măsură directă a intensității curentului la filamentul tubului emițător de raze X; *7* – voltmetru pentru măsurarea tensiunii de alimentare; *8* – kilovoltmetru pentru măsurarea indirectă a tensiunii de accelerare; *9* – ceas de expunere; *10* – contact principal de expunere; *11* – priză de alimentare; *12* – contact inversor pentru 220 au 380 V.

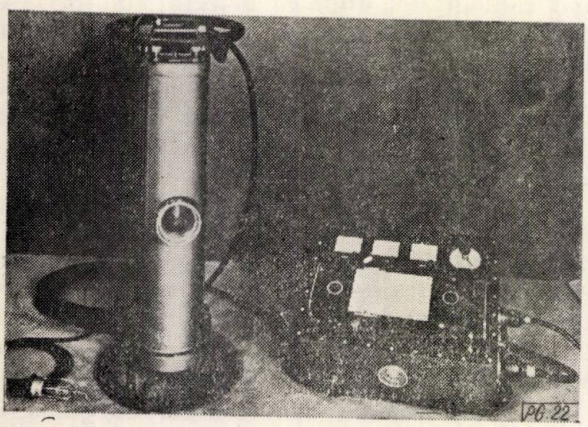


Fig. 2. Ansamblul instalației de raze X.

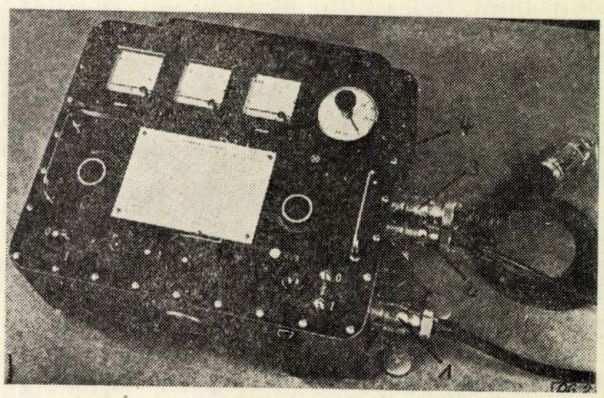


Fig. 3. Panoul de comandă:

1 – priza cablului cu nouă poli; *2* – priza cablului de alimentare; *3* – priza lămpii de control pentru tensiune înaltă; *4* – siguranțe.

Tot în faza experimentală de introducere a metodei controlului radiografic al sudurilor de montaj la conducte, în cadrul întreprinderii radiografierea din exterior, atît cu raze X cît și cu raze gama, nu se mai execută decît pentru situații speciale.

Izotopii radioactivi întrebuințați au fost: ^{60}Co, ^{137}Cs, și ^{193}Ir.

Caracteristicile lor se dau în tabela 1.

Instalațiile folosite pentru radiografierea din exteriorul conductei cu izotopi radioactivi au fost:

1. Instalația GUP 200, de fabricație sovietică (fig. 7).

2. Instalația tip IFA.

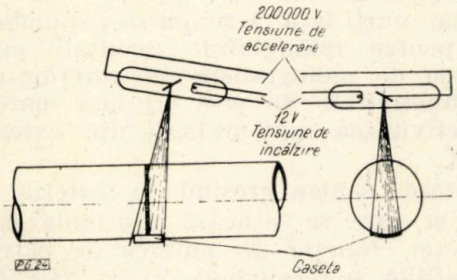


Fig. 4. Schema principiului de radiografiere a sudurii de montaj, la conducte, cu raze X, cu sursa în exteriorul conductei.

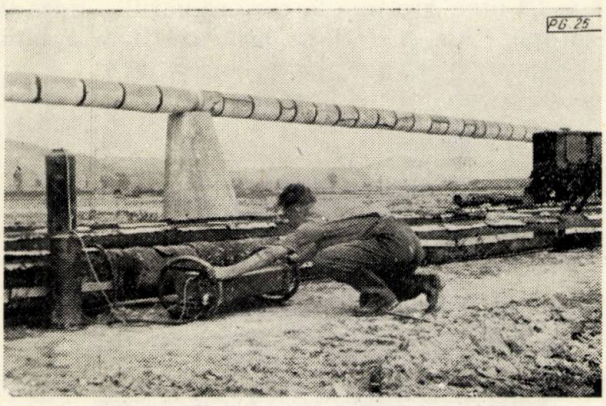


Fig. 5. Fixarea tubului monobloc al instalației de raze X, în vederea radiografierii.

Avantajelor de a fi mai independente de sursa de alimentare cu energie electrică și în general de o construcție puțin costisitoare ale instalațiilor de radiografiere cu izotopi li se opun dezavantajele: un timp de expunere cifrîndu-se pentru ^{60}Co cam la de șase ori, iar la ^{137}Cs și ^{192}Ir cam la de două ori timpul de expunere cu instalațiile de raze X și o claritate a imaginilor radiografice inferioară, care

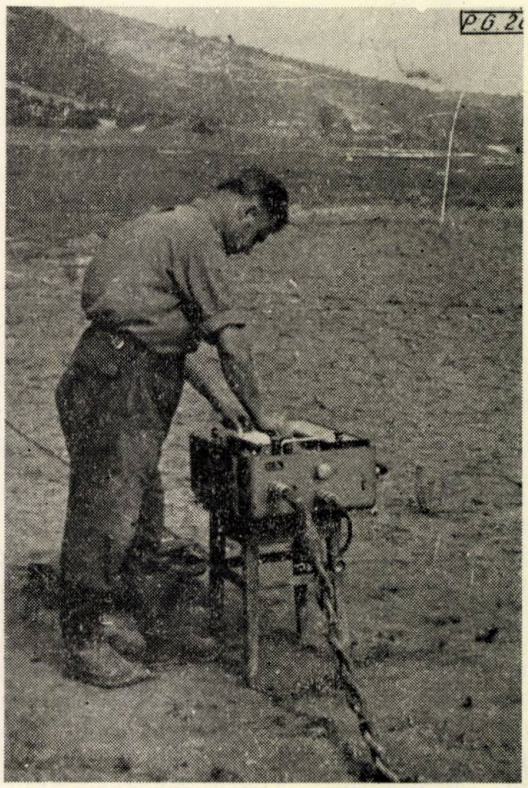


Fig. 6. Operarea expunerii cu raze X de la panoul de comandă.

Principiul de funcționare a acestor instalații este oarecum asemănător; printr-un cablu flexibil se acționează asupra capsulei conținînd izotopul radioactiv, care este scoasă într-un cap de expunere.

scade de la ^{192}Ir spre ^{50}Co, în sens opus creșterii energiei radiațiilor gama emise.

Protecția contra radiațiilor, atît la instalația sovietică tip GUP 200 cît și la instalația tip IFA, se cifrează în limitele de admisibilitate,

Tabela 1

Nr. atomic, Z	Izotopul	Timpul de înjumătățire	Timpul transmutației	Energia particulelor α β^- β^+ MeV	Energia razelor γ MeV	Reacții nucleare
27	^{60}Co	4,95 ani	β^-, k, γ	0,308	1,174 1,332	$^{59}Co\ (n, \gamma)$; $^{59}Co\ (d, p)$; $^{60}Ni\ (n, p)$ $^{63}Cu\ (n, a)$
55	^{137}Cs	33 ani	β^-, γ, e^-	0,462	0,66	fisiune
77	^{192}Ir	74 zile	β^-, γ, e^-, k	0,67	0,136 0,880	$^{191}Ir\ (n, \alpha)$; $^{191}Ir\ (d, p)$; $^{193}Ir\ (n, 2n)$

adică 5 mR pe zi. Doza încasată în timpul lucrului cu aceste instalații a fost înregistrată cu ajutorul casetelor fotodozimetrice și controlată sistematic.

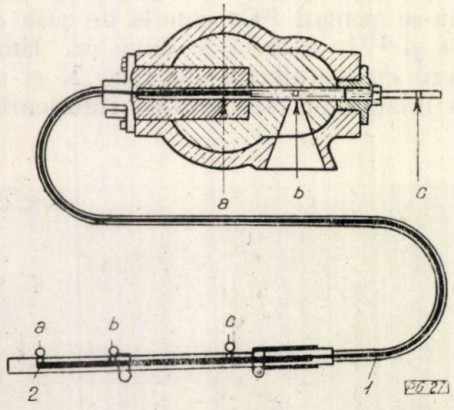


Fig. 7. Instalația GUP 200, de fabricație sovietică :
1 — furtun elastic conținînd cablul flexibil ; *2* — mînerul de acționare.

b. Radiografierea sudurilor cu raze gama, cu sursa în interiorul conductei

În general, expunerea radiografică a sudurilor din exteriorul conductei, atît cu raze X cît și cu raze gama, are marele dezavantaj că poate cuprinde doar o porțiune limitată din cordonul sudat circumferențial. Astfel, la conducte cu diametrul pînă la 520 mm sînt necesare 3—4 expuneri, iar peste diametrul de 520 mm sînt necesare chiar cinci sau șase expuneri pentru cuprinderea întregului cordon. De asemenea, provocarea transparenței la radiații a doi pereți și distanța focală mare fac să crească timpul de expunere și reduc din claritatea clișeelor radiografice. Toate acestea sînt elemente care micșorează din operativitatea activității, făcînd controlul radiografic greoi.

Acestea au fost considerațiile care au dus la ideea construirii unor dispozitive specializate pentru radiografierea sudurilor, cu expunere dintr-un punct interior, clișeele radiografice fiind plasate de jur împrejurul conductei pe cordonul de sudură.

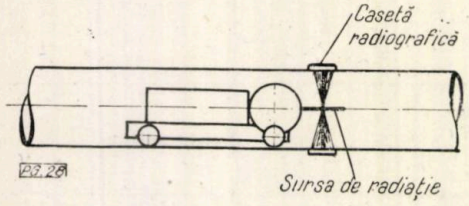


Fig. 8. Principiul radiografierii cu expunere din interiorul conductei.

Ca surse de radiații pentru dispozitivele de radiografiere din interiorul conductei, dată fiind grosimea de material de străbătut, au fost aleși izotopii : ^{192}Ir și ^{137}Cs, care, în comparație cu izotopul ^{60}Co, emit radiații cu lungimi de undă mai mari, fapt care comportă următoarele avantaje :

1. Pot fi întrebuințați cu activități de radiație mari, putînd fi totuși ușor protejați.

2. Radiografiile obținute cu acești izotopi sînt de bună calitate, fiind comparabile cu radiografiile realizate cu raze X și, în orice caz, sînt mai bune decît radiografiile care ar putea fi obținute cu izotopul ^{60}Co.

3. Timpii de expunere pentru ^{192}Ir și ^{137}Cs sînt mai scurți față de timpul de expunere necesitat pentru radiografiile rezultate cu ^{60}Co. Operația de radiografiere din interior asigură o productivitate de șase ori mai mare decît productivitatea radiografierii din exterior cu raze X.

De fapt, pentru grosimi de material de ordinul la care se situează grosimile pereților conductei, funcție de puterea de pătrundere a radiațiilor, se recomandă ^{192}Ir și ^{137}Cs. Trebuie avut în vedere că, în cazul radiografierii din interior a conductelor, avem de-a face cu un singur perete de oțel cu grosimea variind între 7 și 14 mm, grosime la care radiațiile emise de izotopii ^{137}Cs și ^{192}Ir se pretează foarte bine.

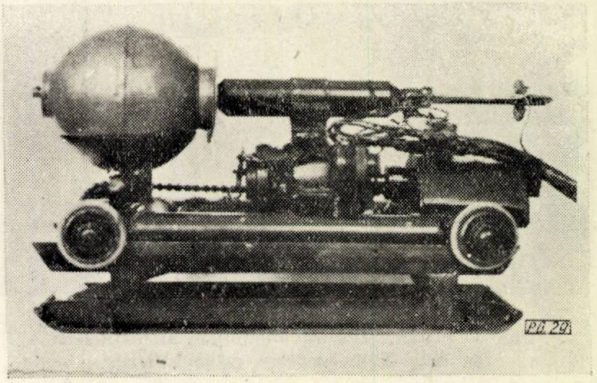


Fig. 9. Dispozitivul automat pentru radiografierea sudurilor din interiorul conductei.

b.1. Dispozitiv automat pentru radiografierea interioară a sudurilor. Un colectiv de ingineri și tehnicieni din cadrul Întreprinderii de montaj conducte magistrale din Brașov a realizat un dispozitiv pentru radiografierea din interior a sudurilor de pe conducte. Acest dispozitiv funcționează astfel :

1. Se deplasează în interiorul conductei cu Ø între 12 și 20", pe o distanță între 80 și 100 m.

2. Se oprește automat în dreptul sudurii de radiografiat, în cazul în care sudura este executată pe un niplu interior.

3. Poartă o sursă de ^{137}Cs care face posibilă radiografierea sudurii în circa 10 min, integral.

4. Poate să plece comandat la sudura următoare, după radiografierea precedentei.

5. Are asigurate condițiile de protecție contra radiațiilor.

Din punctul de vedere al productivității, dispozitivul de radiografiere din interior cu raze gama a sudurilor realizează o productivitate de 10—12 ori mai mare decît a dispozitivelor pentru radiografierea din exterior cu raze gama. În genere, acestea din urmă au fost concepute pentru întrebuințări cu caracter general, fapt care le face greu utilizabile în cazul conductelor.

Pe lîngă dispozitivul automat, în cadrul întreprinderii au mai fost întrebuințate și alte dispozitive, concepute și construite tot în întreprindere; la acestea, tractarea în interiorul conductei se face manual, iar oprirea se face urmărind o măsură pe un cablu legat de dispozitivul care se tractează în țeavă. Măsura a fost stabilită în exteriorul conductei înaintea operației de radiografiere, măsurîndu-se distanța de la capătul conductei pînă la sudură și însemnînd-o pe cablu.

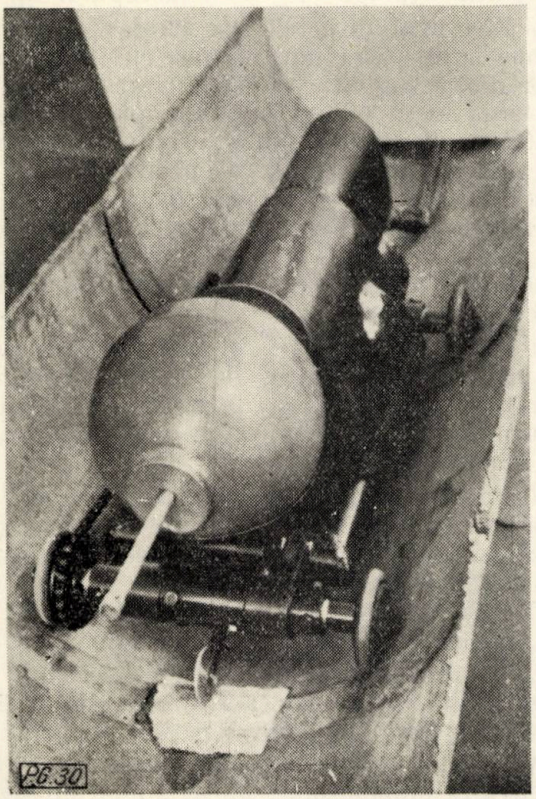


Fig. 10. Dispozitivul pentru radiografierea sudurilor din interiorul conductei. Vedere într-o conductă secționată.

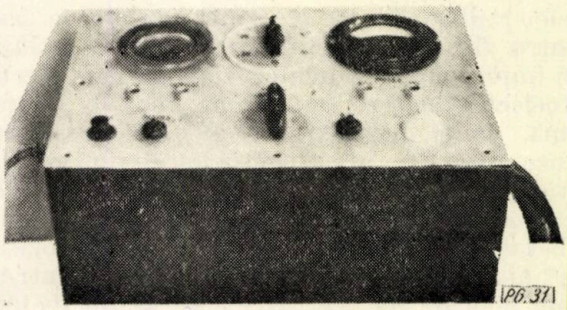


Fig. 11. Panoul de comandă a dispozitivului pentru radiografierea sudurilor din interiorul conductei.

IV. REALIZAREA IMAGINII RADIOGRAFICE

Acțiunea radiațiilor X și gama asupra emulsiei de pe clișeele radiografice, la fel ca și acțiunea luminii vizibile asupra emulsiei fotografice, deter-

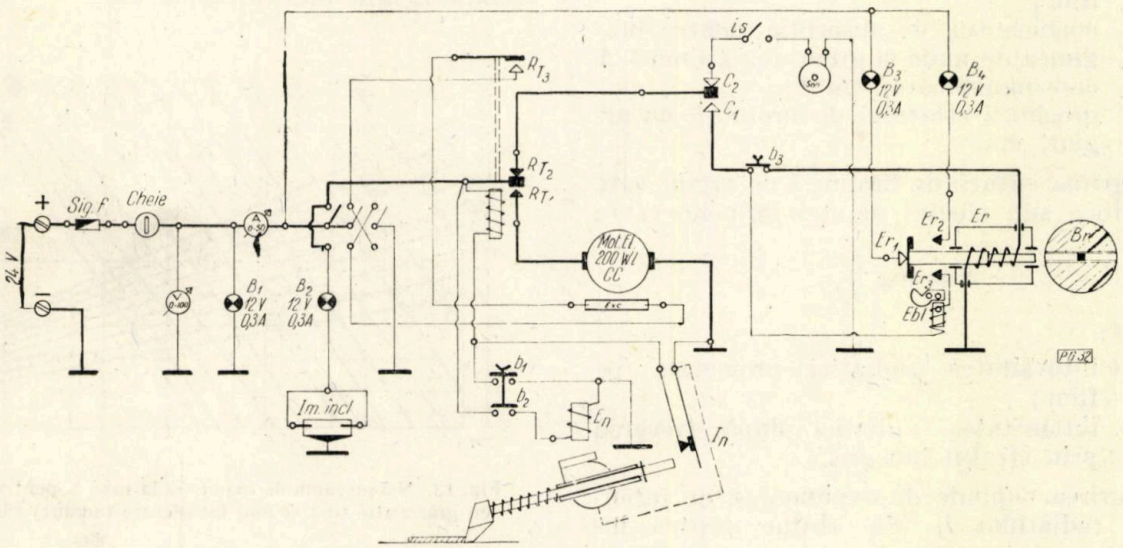


Fig. 12. Schema conexiunilor electrice ale dispozitivului de radiografiere interioară a sudurilor de pe conducte cu raze γ:

Br — conteinerul cu sursă de ^{137}Cs; *In* — dispozitivul de oprire automată la niplul interior; *Son* — Soneria avertizoare pentru terminarea expunerii radiografice; E_r 1, E_r 2, E_r 3 — contactele sistemului de acționare a tijei portsursă; *Mot El* — motorul electric care realizează acționarea mecanică în vederea deplasării dispozitivului; *AO* — 50 — ampermetru cu măsură între 0—50 amperi; *Vo* — 100 — voltmetre cu măsură între 0 și 100 volți.

mină anumite modificări chimice care pot fi puse în evidență prin developarea clișeelor respective.

Pentru desfășurarea proceselor radiochimice în emulsia de pe clișeu este necesară transmiterea unei energii care să provoace acest fenomen. Apariția imaginii radiografice este condiționată de partea de energie absorbită de emulsie. În cazul radiațiilor nucleare X și gama, absorbția se face într-o măsură considerabil mai mică decît în cazul luminii vizibile. Pentru a se mări absorbția, straturile de emulsie ale filmelor radiografice se fac mult mai groase decît pentru filmele și plăcile fotografice destinate a fi impresionate la lumina vizibilă. Prin efectul fotoelectric datorit radiațiilor nucleare X sau gama, ionul negativ Br^- al rețelei cristaline ionice Ag^+ Br^-, în suspensie în gelatina care alcătuiește emulsia clișeului radiografic, pierde un electron și devine neutru. Fotoelectronul eliberat neutralizează unul dintre ionii pozitivi Ag^+ ai rețelei cristaline, transformîndu-l într-un atom liber de Ag. Particulele de argint metalic formate reprezintă centrele imaginii latente, care devin vizibile numai după developare.

Înnegrirea imaginii pe planul radiografic se produce prin efect Compton, accentuat prin folosirea ecranelor întăritoare.

În stratul de bromură de argint al clișeului radiografic, radiațiile care ajung la emulsie sînt absorbite doar parțial. Absorbția este cu atît mai mică cu cît descrește lungimea de undă a radiațiilor în cauză.

Partea de radiații absorbită se poate exprima prin relația :

$$I \text{ abs} = I_f (1 - e^{-\mu' s}),$$

în care :

I_f este intensitatea radiației care cade pe film ;

μ — coeficientul de absorbție pentru lungimea de undă și greutatea atomică N corespunzătoare, cm^{-1} ;

s — grosimea stratului de bromură de argint, cm.

Înnegrirea păturii de bromură de argint care se produce sub efectul acestei influențe este :

$$S = \log \frac{I_f}{I_e},$$

în care :

I_f este intensitatea radiației proiectate pe film ;

I_e — intensitatea radiației după trecerea prin stratul înnegrit.

Înnegrirea depinde de expunere și de intensitatea radiațiilor I_f. Se obține pentru înnegrire :

$$B = I_f \cdot t,$$

t fiind timpul de expunere.

Calitatea imaginii radiografice depinde deci de următorii factori :

a. Duritatea radiațiilor folosite, calitatea, recte contrastul imaginii scade cu cît duritatea este mai mare. Duritatea razelor X este în funcție de tensiunea de alimentare, iar a razelor gama depinde de felul izotopului folosit.

b. Efectul de dispersie : acest efect se poate reduce prin selecționarea fasciculului primar de radiație (radiația utilă), filtrarea dispersării pe unde lungi (dispersarea Compton prin folii metalice de plumb sau staniu sau prin folii cu wolframat de calciu) și prin ecranarea radiației secundare reflectate (radiație de reflecție) cu ajutorul plumbului. În genere, la recipienți cu raze de curbură mici, din cauza dificultății accesului, această ecranare nu se poate face (cazul conductelor).

c. Imprecizia periferică, care e determinată de mărimi geometrice, de exemplu : dimensiunile emițătorului de raze (diametrul focarului), distanța de la focar la defect și distanța de la defect la film.

d. Imprecizia interioară, determinată de felul filmelor utilizate (cu granulație fină sau grosieră), de felul foliilor utilizate (folii sau săruri sau folii metalice). Dacă foliile nu aderă perfect la film, atunci imprecizia interioară crește.

e. Gradul de înnegrire a filmului.

f. Sensibilitatea filmului.

g. Gradul de calitate a revelatorului și fixatorului și condițiile developării.

Avînd în vedere cele menționate, au fost construite nomograme de expunere la raze X și gama.

Exemplu de folosire a nomogramei (fig. 13) :

Radiografierea din exterior cu raze X, cu folii întăritoare de plumb a unei suduri la conductă din oțel Pb 0,02.

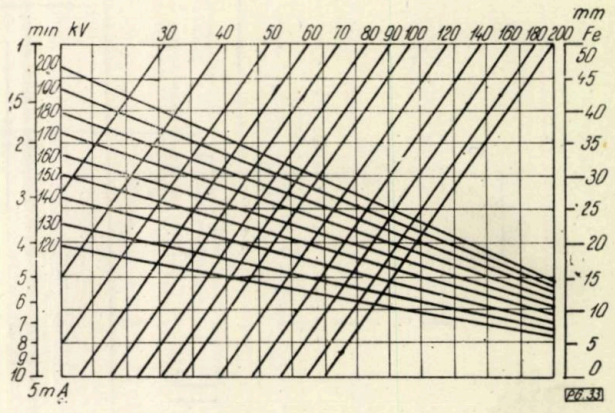


Fig. 13. Nomograma de expunere la raze X pentru clișee cu granulație fină și folii întăritoare (ecrane) Pb 0,02.

Date fixe : Distanța focală (determinată de depărtarea la care trebuie să se găsească focarul tubului pentru a cuprinde în fascicul

porțiunea de cordon de sudură dorită și posibilă din punctul de vedere al unghiului de incidență) este egală cu 100 cm. Grosimea materialului de radiografiat = 27 mm (de două ori grosimea cordonului de sudură plus grosimea niplului interior).

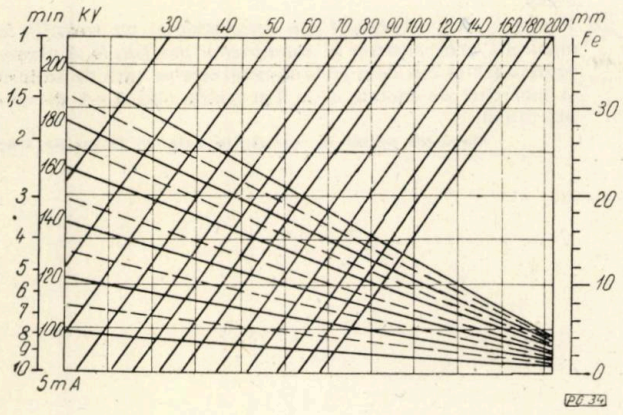


Fig. 14. Nomograma de expunere la raze X pentru clișee cu granulație mare. Folii întăritoare Pb 0,02.

Valori alese: timpul de expunere = 5 min; intensitatea curentului în tub (conform nomogramei colț stînga jos) = 5 mA.

Valoarea ce trebuie determinată: tensiunea de alimentare a tubului, kV.

Din punctul de intersecție a orizontalei timpului de expunere (5 min) cu linia corespunzătoare distanței focale de 100 mm se ridică o verticală pînă se întîlnește orizontala grosimii materialului (27 mm). Se determină prima linie oblică stîngă de tensiune. Aceasta este tensiunea căutată (170 kV).

Explicație. Pe latura din stînga a nomogramei sînt marcați timpii de expunere, în minute, la o intensitate de curent în tub de 5 mA.

Liniile oblice: dreapta sus — stînga jos marchează tensiunile de alimentare (accelerare), iar cele oblice dreapta sus—stînga jos, distanțele focale, în cm. În partea dreaptă a nomogramei sînt grosimile de material în mm, echivalenți Fe.

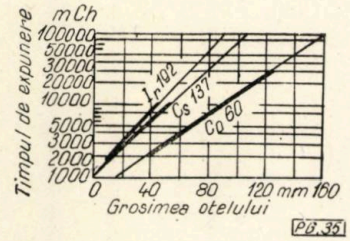


Fig. 15. Nomograma de expunere pentru ^{60}Co, ^{137}Cs și ^{192}Ir cu folii întăritoare de Pb 0,1 mm.

V. DEFECTE DE SUDURĂ, CONDIȚII DE ADMISIBILITATE

Interpretarea exactă a radiografiilor este esențială în ceea ce privește valoarea concluziilor trase din verificarea radiografică a sudurilor. Acest lucru se poate face prin identificarea corectă a defectelor și prin determinarea gravității lor. Mărimea, amplasarea și configurația defectului de pe imaginea sudurii constituie factori importanți care trebuie luați în considerare la identificarea defectului. O atenție deosebită trebuie acordată configurației defectului. Dacă defectele prezintă iregularități aspre și ascuțite, ele sînt mai dăunătoare pentru rezistența îmbinării sudate decît acelea cu o formă mai regulată. În cazurile de solicitări la vibrație sau pulsație, defectele aflate pe suprafața sudurii sau pe fețele de contact ale metalului de bază cu metalul de adaos pot deveni cauza unor ruperi ale sudurii.

O expunere radiografică reprezintă obținerea unei imagini a sudurii pe un clișeu radiosensibil de dimensiuni variabile. În cazul radiografierii din interior, cu expunere integrală, clișeul are lungimea cordonului de sudură radiografiat.

Aprecierea calității cusăturilor sudate, pe baza imaginilor radiografice operate asupra lor, s-a făcut numai atunci cînd clișeele radiografice au corespuns următoarelor cerințe:

a) pe toată întinderea clișeului radiografic se vede reproducerea clară a cusăturii sudate;

b) pe radiografie se vede amprenta defectometrului, cu indicația care determină sensibilitatea radiografiei respective, la descoperirea defectelor minime din oțelul de grosime dată:

c) pe clișeul radiografic se vede amprenta șablonului de poansonare cu numărul de ordine al radiografiei și al sudurii;

d) pe clișeul radiografic nu există pete, zgîrieturi, urme de degete etc.

Calitatea expunerilor radiografice s-a verificat pentru fiecare clișeu în parte, prin imprimarea pe clișeu a unui penetrametru cu fire de plumb, firul cel mai subțire avînd o grosime de 2% din grosimea materialului radiografiat. Aceasta a fost metoda utilizată curent pentru verificarea calității radiografice a clișeelor expuse asupra sudurilor de pe materialul tubular, avînd raze de curbură mai mari de 200 mm.

Pentru materialul tubular cu raze de curbură sub 200 mm și pînă la 120 mm s-a permis, ca măsură a calității clișeului radiografic, evidențierea firului de plumb din penetrametru cu grosimea reprezentînd 5% din grosimea materialului tubular. Această concesie a fost necesar a fi făcută în dauna calității radiografice a filmului, din cauza perturbărilor produse asupra imaginilor pe clișeul radiografic, datorite fenomenelor de dispersiune și retrodispersiune a radiațiilor X și gama în interiorul materialului tubular cu raze de curbură mici.

Plasarea penetrametrului la expunerea radiografică s-a realizat prin introducerea între caseta de cauciuc care conține filmul radiografic și țeavă la capătul filmului, adică în locul cel mai îndepărtat de axa focală a tubului de raze

X, sau de axa focală a sursei emițătoare de raze gama.

Admiterea sau respingerea sudurilor radiografiate s-a făcut pe baza unui normativ intern care prevede 25 titluri de defecte.

În funcție de specificul lucrărilor efectuate s-au prevăzut două clase de calitate, și anume :

1. Condiții de admisibilitate pentru suduri solicitate special (la vibrații și pulsații) sau pe conducte care traversează puncte importante : traversările de rîuri, șosele naționale, în apropierea așezărilor omenești etc.

2. Condiții de admisibilitate pentru suduri pe porțiuni de conductă în traseu normal.

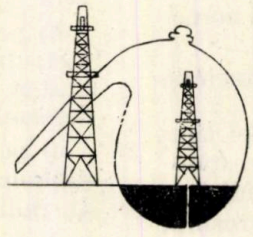
BIBLIOGRAFIE

[1] N a z a r o v, S. T. *Controlul calității îmbinărilor sudate.* Editura tehnică, 1952.

[2] T h a y e r, W. W. *Radiographic inspection of pipe line welds.*

[3] F o r j e, A l. *Aplicații ale defectoscopiei cu radiații la montajul prin sudură al conductelor magistrale.* Lucrare prezentată la cea de-a treia Consfătuire pe țară de sudură și încercări de metale de la Timișoara, din 1—4 decembrie 1959.

Manuscris primit în redacție la data de 12 martie 1962



C.Z. 331.2 : 665.5 : 662.69

Majorarea salariilor muncitorilor din ramura petrol și gaze

ANDONE ION

Dezvoltarea industriei petroliere din țara noastră, ca parte integrantă din programul industrializării socialiste a Republicii Populare Romîne, este caracterizată prin obținerea an de an a noi și însemnate succese.

În afara elementelor de progres tehnic, fără de care nu ar fi fost posibilă scoaterea industriei noastre petroliere din activitatea de latență la care a fost condamnată de regimul burghezo-moșieresc, un rol important în obținerea realizărilor deosebite ale industriei petroliere l-au avut factorii economici de organizare a producției, de creștere a calificării muncitorilor, de îmbunătățire a randamentelor utilajelor, de reducere continuă a prețului de cost etc.

Pe baza realizărilor obținute de poporul nostru, sub conducerea partidului, în dezvoltarea economiei naționale, s-au creat condiții pentru îmbunătățirea continuă a nivelului de trai al petroliștilor. Astfel, în perioada 1950—1961 salariul mediu al muncitorilor din foraj, extracție și rafinării a crescut cu aproape 138%.

Pe linia realizării sarcinilor trasate de Directivele Congresului al III-lea al Partidului Muncitoresc Romîn, Consiliul de Miniștri al Republicii Populare Romîne a aprobat majorarea, de la data de 1 septembrie 1962, a salariilor muncitorilor din ramurile foraj, petrol, metalurgie neferoasă și chimie în medie cu 10%.

În cele ce urmează vor fi analizați principalii indicatori ai rețelelor majorate, proprii activităților de foraj și petrol, comparativ cu elementele în vigoare.

1. REȚEAUA FORAJ

Indicatorul care arată de cîte ori este mai mare salariul tarifar al categoriei a 8-a față de salariul tarifar al categoriei 1 se numește diapazonul rețelei, care corespunde cu coeficientul de creștere a tarifului categoriei maxime față de tariful categoriei minime.

Diapazonul la vechea rețea de foraj (salariile nemajorate) este de 2,390, iar la noua rețea de 2,271.

Tabela 1

Indicatori de nivel şi coeficienţi		Categorii.							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Salarii tarifare orare	vechi	2,60	2,85	3,10	3,50	3,95	4,55	5,25	6,20
	noi	2,95	3,20	3,50	3,90	4,35	4,95	5,70	6,70
Salarii tarifare lunare (la 204 ore)	vechi	530	581	632	714	806	928	1 071	1 265
	noi	602	653	714	796	887	1 010	1 163	1 367
Coeficienţi de creştere faţă de nivelul categoriei 1	vechi	—	1,096	1,192	1,346	1,519	1,750	2,019	2,390
	noi	—	1,085	1,186	1,322	1,474	1,678	1,932	2,271
Coeficienţi de creştere în lanţ	vechi	—	1,096	1,088	1,129	1,128	1,152	1,153	1,180
	noi	—	1,085	1,093	1,114	1,115	1,138	1,152	1,175
Indici de creştere a noilor tarife orare faţă de cele vechi		1,136	1,123	1,129	1,114	1,101	1,087	1,086	1,081

Comprimarea reţelei se datoreşte exclusiv creşterilor mai mari de salarii la categoriile inferioare. Acest principiu caracterizează în primul rînd actuala majorare de salarii.

Astfel, aşa după cum rezultă din tabela 1 salariul tarifar al categoriei 1 se majorează cu 13,6%, cel al categoriei a 2-a cu 12,3%, cel al categoriei a 3-a cu 12,9%, cel al categoriei a 4-a cu 11,4%, în timp ce creşterile la categoriile mari sînt de: 10,1% la categoria a 5-a, 8,7% la categoria a 6-a, 8,6% la categoria a 7-a şi 8,1% la categoria a 8-a.

Cu toate acestea, din cauza tarifului mare la categoriile mari, creşterile absolute în lei sînt în ascensiune către categoriile mari.

Majorările absolute lunare pe categorii sînt prezentate în tabela 2.

Tabela 2

Categoria	1	2	3	4	5	6	7	8
Creşterea absolută în lei (Δs)	72	72	82	82	81	82	92	102

Media aritmetică ponderată a creşterilor absolute cu numărul de muncitori ne arată creşterea medie a salariului tarifar pe cap de muncitor salarizat după reţeaua de foraj, adică:

$$\overline{\Delta s} = \frac{\Sigma \Delta s_1^8 T}{\Sigma T},$$

în care:

$\overline{\Delta s}$ reprezintă creşterea medie absolută pe cap de muncitor salarizat după reţeaua de foraj;

Δs_1^8 — creşterea absolută a salariului tarifar al fiecărei categorii din reţeaua de foraj;

T — numărul de muncitori încadraţi în fiecare categorie;

ΣT — numărul total al muncitorilor salarizaţi pe reţeaua de foraj.

Dacă la creşterea medie absolută a reţelei ($\overline{\Delta s}$), ţinînd seama de încadrarea muncitorilor în categorii, adăugăm creşterile care se produc în celelalte elemente majorabile (ca urmare a faptului că sînt dependente de salariu), obţinem tocmai creşterea medie absolută totală corespunzătoare majorării salariilor cu 10%.

Viteza de creştere a tarifelor categoriilor este arătată de coeficienţii de creştere faţă de nivelul categoriei 1.

În figura 1 sînt reprezentaţi grafic aceşti coeficienţi; curba *1* reprezintă coeficienţii de creştere la vechea reţea, iar curba *2* coeficienţii de creştere la reţeaua nouă, care cuprinde tarifele majorate.

Din grafic se observă clar că noua reţea este mai comprimată, curba *2* este mai apropiată de abscisă decît curba *1*.

Curbele punctate *1* şi *2* ne permit să construim reţelele teoretice în cazul cînd coeficienţii de creştere de la o categorie la alta ar păstra proporţia creşterii categoriei a 2-a faţă de categoria 1. Asemenea curbe ipotetice nu pot exista în practică.

Momentul calificării este indicat de nivelul Δx (creşterea ordonatei la categoria a 4-a faţă de categoria a 3-a). La o reţea formată din opt categorii, cu cît Δx este mai mare cu atît momentul de calificare este mai pregnant.

În fond, la asemenea rețele (rețele pe 8 categorii) calificarea începe de la categoria a 4-a, și prin urmare este necesară o mai mare stimulare a muncitorilor ca să-și ridice califi-

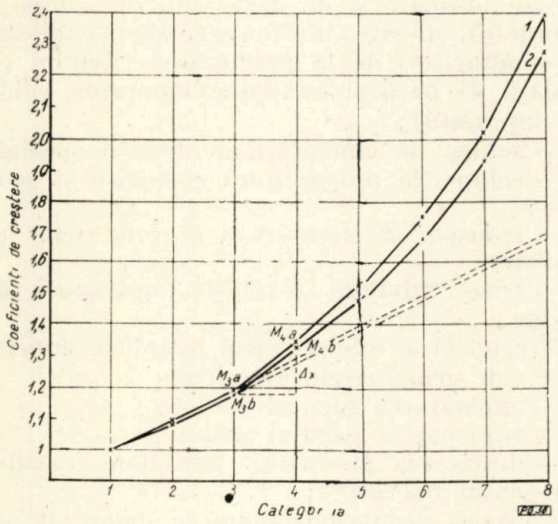


Fig. 1.

carea. Din această cauză rețelele ipotetice reprezentate de curbele punctate nu pot exista în practică.

La rețelele formate din șase categorii, momentul calificării este dat de categoria a 3-a (de exemplu la rețeaua construcții-montaj metaliști).

În cazul rețelei foraj, pe care am analizat-o, noile tarife majorate au respectat aproape aceiași parametri în regiunea M3 — M4 (a se observa în figura 1 paralelismul segmentelor de curbă M 3 b — M 4 b și M 3 a — M 4 a).

Rețeaua foraj se aplică următoarelor categorii de muncitori :

— echipe de foraj adîncime (inclusiv auxiliarii echipelor) ;
— echipe de întreținere și revizie pe secții ;
— laboranți noroi ;
— echipe foraj cu sondeze ;
— echipe intervenție (inclusiv troliști) ;
— echipe de punere în producție ;
— mineri petrol ;
— echipe reparații sonde ;
— echipe detubări.

2. REȚEAUA PETROL, NIVELELE I ȘI II

Din tabela 3 se observă că diapazonul nou este de 1,98 la nivelul I și de 2,00 la nivelul II, față de 2,06 la nivelul I și de 2,04 la nivelul II, cît a fost înainte de majorare.

La fel ca și la rețeaua foraj, și rețeaua petrol, la ambele nivele, a suferit comprimări. Explicația este aceeași ca la rețeaua de foraj ; creșterile mai mari de salarii s-au produs la categoriile mai mici.

Tabela 3

Indicatori de nivel și coeficienți			Categorii							
			1	2	3	4	5	6	7	8
Salarii tarifare orare	nivelul I	vechi	2,55	2,70	2,95	3,20	3,55	4,00	4,60	5,25
		noi	2,90	3,05	3,30	3,55	3,90	4,35	5,00	5,75
	nivelul II	vechi	2,40	2,55	2,75	3,00	3,30	3,75	4,30	4,90
		noi	2,70	2,85	3,05	3,30	3,65	4,10	4,70	5,40
Salarii tarifare lunare	nivelul I	vechi	520	551	602	653	724	816	938	1 071
		noi	592	622	673	724	796	887	1 020	1 173
	nivelul II	vechi	490	520	561	612	673	765	877	1 000
		noi	551	581	622	673	745	836	959	1 102
Coeficienți de creștere față de salariul tarifar al categ. 1	nivelul I	vechi	—	1,06	1,16	1,25	1,39	1,57	1,80	2,06
		noi	—	1,05	1,14	1,22	1,34	1,50	1,72	1,98
	nivelul II	vechi	—	1,06	1,14	1,25	1,37	1,56	1,79	2,04
		noi	—	1,06	1,13	1,22	1,35	1,52	1,74	2,00
Indici de creștere a noilor tarife orare față de cele vechi	nivelul I		1,14	1,13	1,12	1,11	1,10	1,09	1,09	1,10
	nivelul II		1,13	1,12	1,11	1,10	1,11	1,09	1,09	1,10

După cum rezultă din tabela 3 (ultimele două rînduri) la categoriile mici s-au produs majorări relative de 14, 13, 12 şi 11 %, în timp ce la categoriile mari majorările sînt de 9 şi 10 %.

Majorările absolute lunare pe nivele şi categorii sînt indicate în tabela 4.

Tabela 4

Categoria		1	2	3	4	5	6	7	8
Creşterea absolută	nivelul I	72	71	71	71	72	71	82	102
	nivelul II	61	61	61	61	72	71	82	102

Calculul majorării medii a salariilor muncitorilor pe întreprindere se face folosind aceeaşi formulă :

$$\overline{\Delta s} = \frac{\Sigma \Delta_{s1}^{8} T}{\Sigma T}.$$

Graficul coeficienţilor de creştere a salariilor tarifare faţă de salariul tarifar al categoriei 1 este prezentat în fig. 2.

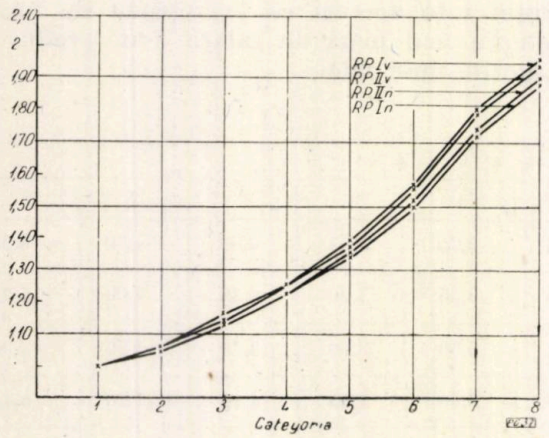


Fig. 2.

Se observă că, la fel ca la reţeaua foraj, reţelele noi petrol I şi petrol II s-au aplatisat (s-au apropiat de abscisă în regiunea categoriilor mari).

Această aplatisare este mai mică în cazul reţelelor petrol I şi II decît la reţeaua foraj.

Comprimarea mai mică a reţelelor petrol I şi II se datoreşte faptului că înseşi reţelele vechi erau caracterizate de un diapazon convenabil (2,06 la reţeaua I şi 2,04 la reţeaua II — faţă de 2,39 la vechea reţea de foraj).

Nivelul I al reţelei petrol se aplică următoarelor categorii de muncitori :

— muncitori de la producţia de ţiţei (extracţia ţiţeiului, măsurători sonde, echipe recuperare secundară, rampe şi magazii, staţii de compresoare şi de dezbenzinare, echipe de suprafaţă, mişcarea internă şi tratarea ţiţeiului) ;

— muncitori de la prelucrarea ţiţeiului (instalaţii de bază şi auxiliare, laborator, echipe de suprafaţă) ;

— echipe de cimentări şi operaţii speciale ;

— echipe de prospecţiuni geologice şi geofizice ;

— transportul ţiţeiului şi al produselor petroliere ;

— baze tubulare (exclusiv strungarii din atelier).

Nivelul II al reţelei petrol se aplică muncitorilor din următoarele activităţi :

— exploatarea gazului metan ;

— transportul gazului metan ;

— desfacerea produselor petroliere (exclusiv personalul operativ) ;

— bazele de aprovizionare cu materiale (exclusiv încărcătorii şi descărcătorii permanenţi de vagoane şi autocamioane).

★

Noile salarii majorate, de care vor beneficia muncitorii petrolişti începînd cu data de 1 septembrie 1962, constituie încă o mărturie a grijii partidului pentru creşterea bunăstării oamenilor muncii.

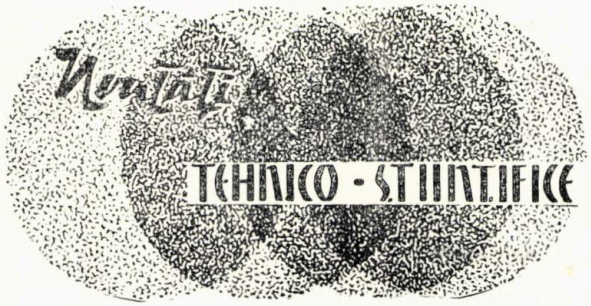
Această majorare de salarii şi alte creşteri de salarii care vor urma se încadrează în creşterea salariului real cu 40—45 % pînă în anul 1965, faţă de nivelul realizat în a doua jumătate a anului 1959, creştere prevăzută de Directivele Congresului al III-lea al Partidului Muncitoresc Romîn.

Creşterii salariului real în proporţia prevăzută de directive trebuie să-i corespundă o creştere mai rapidă a nivelului productivităţii muncii, în vederea reducerii preţului de cost şi sporirii acumulărilor socialiste.

În industria petrolieră şi a producţiei de gaze, obţinerea rezultatelor economice prevăzute de directive este posibilă prin modernizarea parcului de instalaţii de foraj, extinderea forajului cu turbina, utilizarea într-o proporţie ridicată a gazelor de sondă, valorificarea superioară a produselor petroliere etc.

Un rol însemnat în realizarea acestor sarcini îl au mai buna organizare a muncii, eliminarea timpilor morţi şi creşterea nivelului de realizare a sarcinilor de producţie pe echipe, brigăzi, secţii şi întreprinderi.

Muncitorii petrolişti, conduşi de partid, dovedesc că ştiu să muncească la nivelul sarcinilor puse în faţa lor, obţinînd zi de zi succese tot mai însemnate.



În viitor, instalațiile de foraj ar putea fi controlate de calculatoare electronice care să aleagă automat operațiile optime de la suprafață pînă la adîncimea finală. Avînd un sistem de memorie care conține toți factorii cunoscuți care afectează eficacitatea forajului, calculatorul electronic ar controla variabilele, cum sînt: greutatea pe sapă, turația, presiunea la pompă și o serie de alți factori. Personalul de deservire s-ar ocupa de pornirea operației, de marșuri pentru schimbat sapa, de întreținerea echipamentului, de montaj și de demontaj și de operațiile de punere în producție.

În curs de probă de șantier sînt mai multe garnituri de 4 1/2″ făcute din oțel cu limita de curgere între 94,5 și 103,6 kg/mm², cu racorduri sudate. Rezistența prăjinilor la presiune internă este de 1 361 kg/cm², la presiunea externă de 1 076 kg/cm² și la tensiune de 270 t (la limita de curgere). Oțelul are un conținut mic de carbon, 0,030%, și de asemenea de vanadiu, are însă un conținut în mangan de 1,5% și în molibden de 0,35%.

Cum pompa de noroi este una dintre piesele de echipament cele mai grele, se fac încercări cu construcții ce se depărtează radical de actualele pompe. Astfel se află în probe de șantier o pompă verticală cu șase cilindri dispuși radial pentru o putere de 1 000 cP la axa de intrare. Presiunea maximă de lucru este de 210 kgf/cm² și greutatea de 11 300 kg. În curs de proiectare este o altă pompă cu cinci plungere, cu cilindri orizontali, dispuși radial.

Pentru instalațiile Diesel-electrice s-au construit trolii fără viteze cu toba antrenată direct de motoare electrice printr-un reductor.

Pentru îmbunătățirea acidizărilor a început să se utilizeze un polimer sintetic care absoarbe soluțiile de acid clorhidric, mărindu-și volumul pînă la de 40 de ori. Aceste particule umflate au proprietatea de a deforma și etanșa porii formațiunii, dînd un control al pierderii de fluid. În plus ele constituie o barieră de difuziune între suprafața fracturii din roci și soluția acidă, prelungind timpul de acționare a acidului.

Repararea defectelor de coloană constituie adesea o problemă dificilă. Recent s-a început utilizarea unei cămăși interne de oțel groase de trei mm. Cămașa este ondulată și îmbrăcată într-o manșetă de țesătură de sticlă și material plastic. Ea se introduce pînă în dreptul defectului și este expandată la rece pînă capătă formă circulară. Întrucît diametrul exterior al cămășii metalice expandate este ceva mai mare decît diametrul interior al coloanei, ea este blocată în coloană prin efortul de compresiune. Manșeta de țesătură de sticlă și plastic realizează etanșarea și mărește rezistența.

S-a dovedit că rezultatele cele mai bune la cimentare se obțin cînd în timpul cimentării, între coloană și teren, curgerea este turbulentă. S-au dezvoltat aditivi care scad viteza critică de trecere de curgerea laminară la curgerea turbulentă. În acest mod se reduce și presiunea excesivă necesară obținerii curgerii turbulente și implicit și a puterii necesare.

S-a proiectat a se înmagazina metan lichid într-o cavernă înghețată la Le Havre — Franța. Caverna va avea o capacitate de 35 000—70 000 m³ și va fi săpată în marnă calcaroasă la o adîncime de 75 m. Capacitatea de înmagazinare este legată de transportul de gaze naturale lichefiate din zăcămîntul Hassi R'Mel din Sahara. Se prevede ca instalația să fie gata la sfîrșitul anului 1964 sau la începutul anului 1965.

Pentru distrugerea buruienilor din recolte, în loc de prășit s-a pus la punct arderea buruienilor prin flăcări de gaze de petrol lichefiate (butan), care sînt controlate ca să nu atingă plantele utile.

În prezent, în U.R.S.S. sînt în funcțiune 46 000 km de conductă de transportat țiței din care 17 000 km au fost efectuați în perioada planului septenal. În anul 1970, toate rafinăriile vor fi alimentate cu petrol brut prin conducte, iar în anul 1980, 80% din transportul producției petroliere se va face prin canalizare.

Urmează să fie pusă în funcțiune o nouă conductă în continuarea liniei Gorki-Riazan, care trebuie să facă legătura între Riazan și Moscova.

Uniunea Sovietică a acordat Etiopiei un credit de 90 000 000 ruble pe termen nelimitat pentru construcția unei rafinării. Lucrările urmează să fie efectuate de specialiști sovietici la începutul anului 1963. Uzina menționată va putea prelucra 500 000 t/an de petrol și va fi situată la Massava, pe țărmul Mării Roșii.

Pentru a se acomoda cu noul utilaj petrolier, tehnicienii etiopieni vor urma cursuri de specializare în U.R.S.S.

O preocupare asiduă a oamenilor de știință maghiari o constituie problema formării petrolului. Prin cercetările lor, ei au adus o contribuție la această problemă din punctul de vedere al procesului prin care bacteriile și acizii oleici favorizează formarea diferitelor calități de petrol. Se știe că ele au o acțiune catalitică.

Ei au demonstrat că varietatea petrolului care se produce în ultima analiză, în această „reacție chimică" ale fundurilor marine depinde de raportul de energie din interiorul sedimentului, și, în primul rînd, de cantitatea de materie organică și de energie acumulată în ele.

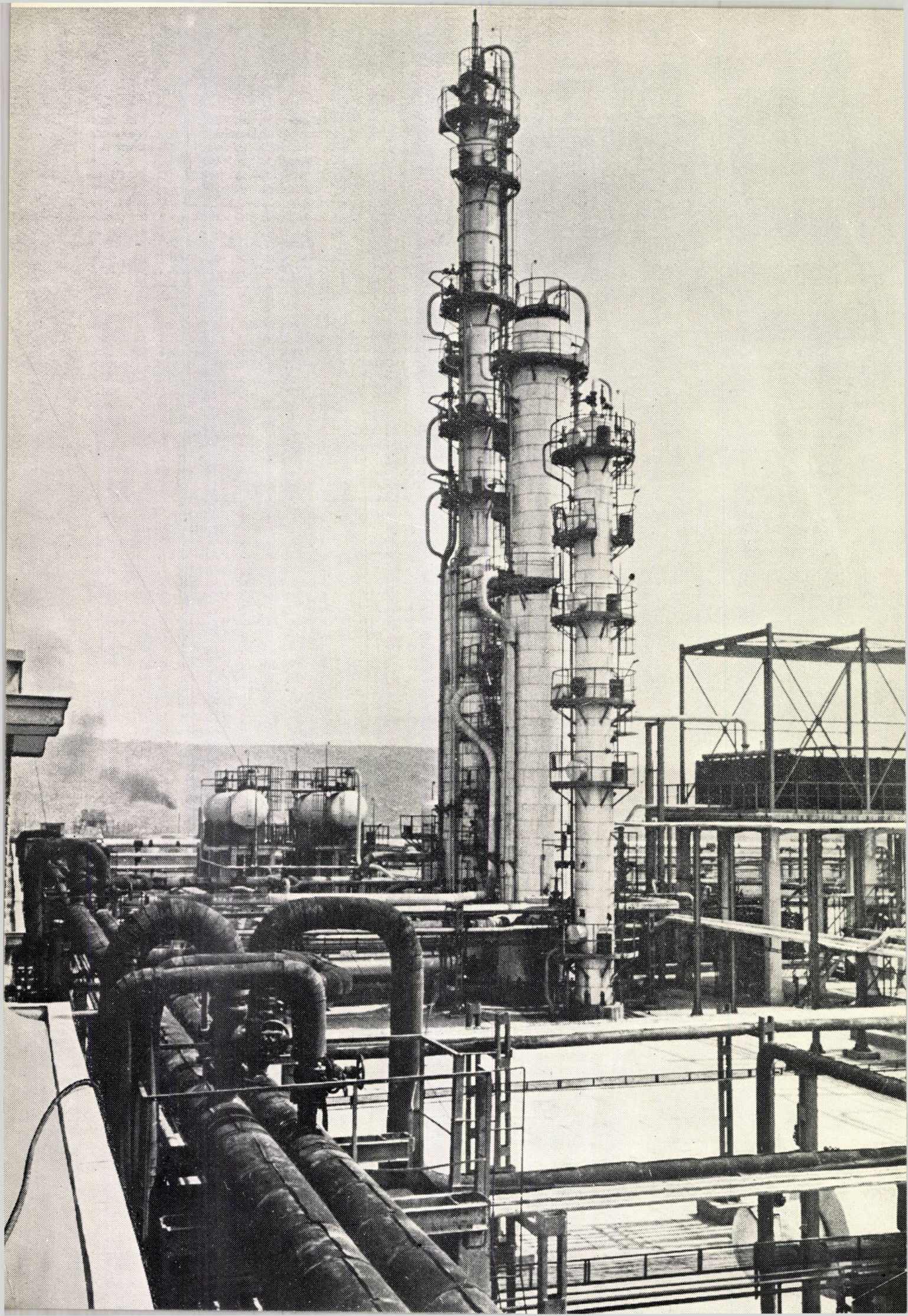
Această constatare a cercetătorilor maghiari este prețioasă nu numai din punct de vedere teoretic, ci și pentru prospectarea și extragerea petrolului.

Astfel, deasupra cîmpului petrolier din partea de sud-vest a Ungariei au experimentat deja constatările făcute prin introducerea de bacterii în puțuri, pentru a mări randamentul, și au obținut rezultate satisfăcătoare.

Prin lucrările de prospecțiuni din Australia s-a descoperit un nou zăcămînt de petrol, care se întinde pe o suprafață de circa 12 km², în regiunea Queensland. Noul zăcămînt este evaluat între 12 și 30 milioane tone.

De asemenea, se va construi o conductă de 320 km între Moonie și Brisbane pentru transportul acestei materii prime.

S-au descoperit noi zăcăminte de petrol și gaz metan în vara anului 1962 în Alaska în regiunea Anchorage.



Recenzii

A. S. VOLKOV, A. G. KALININ, A. S. BRONZOV: **Prăjini de foraj şi îmbinările lor** (Burilnîe trubî i ih soedineniia), Moscova, Gostoptehizdat, 1926, 128 pag. 71 fig.

Uzura prăjinilor de foraj reduce adesea durata lor din cauza frecării coloanei de pereţii sondelor şi constituie frecvent cauza avariilor. Condiţiile din ce în ce mai grele în care lucrează prăjinile de foraj, în legătură cu adîncimile din ce în ce mai mari ale sondelor, condiţionează executarea lor din materiale speciale.

Industria de material tubular sovietică a pus la punct fabricarea prăjinilor de foraj de tipuri noi, ai căror parametri calitativi sînt mult superiori prăjinilor folosite în trecut. În prezent, faţă de prăjini se impun cerinţe mult mai rigide în ceea ce priveşte plasticitatea şi rezistenţa la sarcini de şoc şi de vibraţie.

Cercetătorii şi oamenii de ştiinţă sovietici au creat, în baza unor ample lucrări teoretice şi experimentale, metode noi de calcul al coloanelor de prăjini de foraj şi au perfecţionat pe cele vechi.

În cartea cu titlul de mai sus se tratează materiale referitoare la prăjinile de foraj şi elementele de îmbinare a acestora, fabricate atît în Uniunea Sovietică cît şi în alte ţări.

În partea introductivă a cărţii, autorii examinează amănunţit construcţia şi lucrul coloanei de prăjini, solicitările care iau naştere datorită sarcinii variabile, iar, în continuare, trec în revistă construcţiile de prăjini de foraj şi de racorduri speciale, folosite în industria petrolieră extractivă a U.R.S.S.

Ţinînd seamă de condiţiile pe care trebuie să le îndeplinească prăjinile de foraj în cursul lucrului, ele constituind un sistem elastic care preia sarcini de mărimi variabile, autorii prezintă o metodă de calcul al solicitărilor la ruperea prăjinilor de foraj în cursul lucrului, consacrînd un capitol important diverselor standarde pentru prăjini, în vigoare astăzi atît în Uniunea Sovietică cît şi în alte ţări. De asemenea se expune o serie de date în legătură cu materialele din care se confecţionează prăjinile şi racordurile speciale.

Un capitol important este acela în care se analizează cauzele avariilor care au loc cu prăjini şi îmbinările lor. Se ţine seamă de faptul că prăjinile sînt supuse la tensiune, torsiuni şi flambaj. În funcţie de rectilinitatea sondei, o parte din coloana de prăjini se roteşte în jurul axei sondei, iar o altă parte, în jurul axei proprii. În ultimul caz, materialul prăjinilor suportă tensiuni variabile, invers proporţionale cu raza de curbură a axei încovoiate a coloanei, ceea ce reduce, în mare măsură, durata prăjinilor de foraj. Analiza cauzei avariilor abordează o serie de probleme legate de întreţinerea, exploatarea, transportul şi depozitarea prăjinilor, la baze de material tubular şi la schele.

O atenţie deosebită se acordă metodelor practice care se aplică astăzi pentru ranforsarea prăjinilor de foraj şi a racordurilor speciale, în vederea măririi rezistenţei lor la uzură.

Un capitol separat a fost consacrat problemelor legate de funcţionarea şi exploatarea prăjinilor grele de foraj.

Analiza acestor factori contribuie în mare măsură la ridicarea nivelului tehnic şi al indicatorilor vitezei de lucru, precum şi la reducerea preţului de cost al construcţiei sondei.

În partea finală a lucrării, autorii fac o succintă trecere în revistă a orientărilor noi, care se profilează în domeniul elaborării prăjinilor de foraj. Cu acest prilej, se examinează încercările de utilizare a prăjinilor confecţionate din aliaje uşoare, în particular din aliaje de aluminiu, şi se descriu amănunţit rezultatele încercărilor practice ale acestei categorii de prăjini. Datele obţinute au demonstrat în principiu posibilitatea utilizării lor în forajul sondelor de mare adîncime.

Cartea este publicată la un nivel tehnic superior, fiind însoţită de un bogat material grafic, tabele şi fotografii. Ea se adresează în special inginerilor şi tehnicienilor din sectorul de foraj, de explorare şi exploatare, putînd fi consultată cu folos şi de către personalul care lucrează la bazele de material tubular.

Problemele teoretice ale geologiei petrolului. Culegere de articole apărută în Editura Academiei de Ştiinţe a R. S. S. Ucrainene sub redacţia acad. V. B. PORFIRIEV, Kiev, 1962.

Interesul cercului larg de geologi şi geofizicieni în legătură cu apariţia recentă a acestei cărţi este explicat atît prin caracterul fundamental al problemelor teoretice abordate şi a celor de ordin practic ce se impun în domeniul explorărilor de ţiţei şi gaze, cît şi prin faptul că activitatea Institutului ucrainian de geologie a mineralelor utile, care a editat cartea, este din ce în ce mai bine cunoscută în ţara noastră.

Se ştie că în legătură cu problema originii ţiţeiului şi a gazelor inflamabile naturale, începînd din anul 1951, în literatura geologică sovietică s-au reluat discuţiile asupra teoriei organice. Culegerea „Problemele teoretice ale geologiei petrolului" reprezintă o preţioasă contribuţie a cercetătorilor sovietici la rezolvarea acestei probleme.

Meritul deosebit al acad. V. B. Porfiriev este că în redactarea acestei culegeri a ştiut să înglobeze lucrări cu totul diferite ca profil (geologia zăcămintelor, geofizică, geochimie şi chiar astronomie cosmogonică), să le purifice de orice tendinţă dogmatică sau neştiinţifică şi să adune într-un tot unitar datele faptice ce vorbesc prin ele însele în favoarea originii de profunzime a ţiţeiului, punînd astfel la îndoială valabilitatea teoriei originii organice.

Cartea nu are o prefaţă rezumativă, care ar fi putut încorseta atît premisele cît şi concluziile problemelor abordate, aşa cum a fost cazul la cartea „Ţiţei, gaze şi bitume solide în rocile eruptive şi metamorfice", care a apărut cu o prefaţă „explicativă" scrisă de unii susţinători ai teoriei organice şi întărită de autoritatea unor foruri geologice.

Autorii culegerii părăsesc în cea mai mare parte caracterul de polemică ştiinţifică al articolelor lor, păstrînd un caracter de analiză obiectivă, singura ce poate înfrunta poziţiile teoriei organice intrate în practica geologică de fiecare zi.

Astfel, V. B. Porfiriev şi I. V. Grinberg în articolul „Cu privire la metodica studierii rocilor-mumă" dovedesc în mod ştiinţific că extracţia kerogenului cu ajutorul solvenţilor organici, folosită în toate studiile geochimice ale rocilor-mumă, reprezintă, spre deosebire de dizolvarea ţiţeiurilor, un proces fizico-chimic complicat de transformare a masei organice a kerogenului în timpul extracţiei. Acest fapt aruncă o lumină nouă asupra argumentării chimice a teoriei organice. În articol se arată că studierea riguroasă a metodicii de extragere a cărbunelui sapropelito-humic a dus la constatarea unui efect interesant, şi anume la obţinerea unui extract organic mai mare decît cel cedat de cărbune. Efectul de creştere a greutăţii totale a componentelor (extract + reziduu) reprezintă rezultatul unor anumite reacţii chimice complicate între cărbune şi solvent.

Acest aspect al metodicii de studiu folosit, cît şi imposibilitatea de a dovedi legătura dintre reprezentările pur geochimice ale condiţiilor de stare a substanţei organice primare şi procesele transformării ei (prin migrarea şi concentrarea hidrocarburilor disperse) în masele enorme ale zăcămintelor reale de ţiţei aruncă îndoială asupra părţii geochimice a teoriei organice.

În culegere se apreciază ca substanţial aportul pe care trebuie să-l aducă geofizica în studierea proceselor din scoarţa terestră şi astenosferă, legate de geneza minereurilor utile.

M. S. Eighenson încearcă în articolul său „Cu privire la originea hidrocarburilor naturale terestre" să dea o anumită claritate aspectelor astrofizice, cosmogonice şi geofizice ale problemei. Teoria naşterii reci a Pămîntului, însuşită după O. I. Schmidt de absolut toţi cosmogoniştii, obligă la o reanalizare a poziţiilor ştiinţifice cu privire la folosirea geologică corectă a datelor astrofizice. Autorul dezvoltă problemele istoriei termice şi radiogene a diferitelor geosfere, ale posibilităţii conservării în partea superioară a mantiei terestre a unor hidrocarburi de origine cosmică şi ale existenţei unei interacţiuni fizico-chimice în cadrul „tectosferei" cu grosime de aproape 1/5 din raza terestră.

Se subliniază că „respiraţia" colosală a Pămîntului cu eliberarea a $6{,}5.10^{20} m^3$ metan pledează în favoarea originii cosmice a gazelor naturale inflamabile, chiar dacă ţiţeiul ar avea caracter terigen şi biogen.

Dacă însă în procesul de formare a zăcămintelor de țiței rolul primar îl joacă fluxul profund al hidrocarburilor gazoase (punctul de vedere al geologului P. N. Kropotkin), atunci problema rezervelor de hidrocarburi lichide cuprinde întreaga tectosferă.

L. A. Elanski în articolul „Cîteva imagini despre procesele fizice din scoarță în legătură cu geneza minereurilor utile" prezintă un foarte interesant studiu asupra naturii zonei de viteze mici a undelor seismice (ghidul de unde al lui B. Gutenberg) dispusă la adîncimea de 15—20 km și care are probabil o temperatură mult mai ridicată decît mediul imediat inferior. Situația termodinamică a bazei scoarței și reacția posibilă dintre apa juvenilă și materia olivino-peridotitică pot duce la procesul reversibil de serpentinizare cu degajare de căldură și creștere de volum.

Autorul reia într-o formă nouă teoria carbidică a lui Mendeleev și analizează amplu metodele geofizice de evidențiere a zonelor din scoarță cu puternice focare de reacție.

Un alt articol cu caracter geofizic este cel al lui V. I. Kitîk, care analizează rolul gravitației în procesul de formare a structurilor diapire, dezvoltînd de fapt ipoteza plutirii gravitaționale a lui Kosîghin. Remarcăm că lista bibliografică a acestui articol cuprinde toate lucrările (70 de titluri) dedicate mecanicii formării diapirelor.

„Problemele teoretice ale geologiei petrolului" cuprind studii monografice ale zăcămintelor din regiunea petrolieră a Depresiunii precarpatice ucrainiene și din regiunea Volgăi inferioare. Într-unul din ele, A. K. Ivanov analizează rolul fracturilor tectonice în formarea zăcămintelor de gaze și țiței din zona externă a Depresiunii precarpatice, ajungînd la concluzia migrării verticale a fluidelor pe fracturi cu o mare activitate dinamică. B. I. Iaroș, în articolul „Asupra condițiilor de păstrare și legilor de distribuire a zăcămintelor de țiței și gaze pe teritoriul Depresiunii precarpatice", analizează rolul condițiilor de acoperire cu permeabilitate variabilă asupra conservării zăcămintelor și indică tipul caracteristic al zăcămintelor posibil existente în zona Skibelor și zona internă.

Un interes deosebit prezintă articolul lui L. N. Rozanov „Asupra principiului captării diferențiale și importanța factorului de profunziune în schimbarea compoziției țițeiurilor regiunii Volgograd". Aici autorul prezintă numeroase exemple de diferențiere în straturi de aceeași vîrstă, însă cu o înclinare regională, a compoziției fluidelor din zăcămintele cantonate și găsește că formarea diferitelor tipuri de țițeiuri este o urmare a proceselor ce se petrec în imediata apropiere a suprafeței Pămîntului. Se subliniază că zăcămintele de gaze fără țiței sînt localizate profund pe stratul cu pantă regională.

V. F. Linețki analizează schemele posibile de migrare primară a țițeiului aflat în stare dispersă.

Articolul central al culegerii este acela al cercetătorului sovietic, cunoscut de geologii țării noastre, N. A. Kudreavțev, și anume: „Datele actuale asupra originii de profunziune a țițeiului".

În articol sînt prezentate, într-o logică strînsă, cele mai recente argumente geologice din practica explorărilor pentru petrol din U.R.S.S. și din alte țări în favoarea originii de profunziune a țițeiului și a gazelor. Astfel, în favoarea migrării verticale de amploare este adus studiul compoziției izotopice a hidrogenului din țițeiurile de compoziții diferite, însă dispuse în aceeași secțiune. S-a constatat că pentru același zăcămînt, oricît de etajat ar fi sau oricît de mult ar diferi țițeiurile anumitor orizonturi, compoziția izotopică a hidrogenului rămîne aceeași.

N. A. Kudreavțev, folosind exemple din istoria explorărilor din Republicile baltice, *scutură energic rămășitele liniei dogmatice denumite* „învățătura academicianului I. M. Gubkin". Citățm: „Declarațiile că teoria rocilor generatoare de țiței permite și fără indicii de țiței să dea o apreciere pozitivă justă unor raioane noi nu corespund realității și repetarea lor trebuie în prezent apreciată ca o încercare de a induce în eroare persoane puțin familiarizate cu geologia petrolului". În același timp, indicațiile privind prospecțiunea bazată pe ipoteza neorganică sînt verificabile practic în orice raion. Astfel, citățm: „Prospecțiunea orizonturilor adînci este întotdeauna de perspectivă dacă în ele sînt serii nedeschise poroase și permeabile, chiar atunci cînd sînt reprezentate prin roci complet lipsite de substanță organică și formate în mediu oxidant. Un criteriu important de apreciere a raioanelor noi este prezența fracturilor «vii» (cu mobilitate actuală)".

Din întreaga culegere de articole se desprinde o serie de recomandări, care pot fi utile în etapa nouă de prospecțiune și explorare din țara noastră.

Astfel, studierea structurii de profunzime a scoarței trebuie abordată cu amploare și în mod planificat.

Baza tuturor cercetărilor asupra scoarței terestre o reprezintă prospecțiunea seismică regională de mare profunzime.

Scopul cercetărilor îl constitue găsirea fracturilor profunde, a zonelor locale actual mobile și reconstituirea căilor de mișcare a acestor zone în timp.

Pe lîngă sondajele seismice de profunzime, complexul rațional de cercetare trebuie să mai cuprindă:

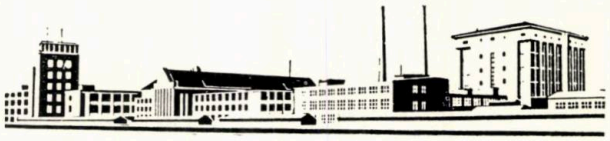
— nivelment de repetare;

— analiza calitativă și cantitativă a hărților magnetice și gravimetrice;

— observarea seismicității naturale și a variației seculare a cîmpului geomagnetic și a anomaliilor cîmpului gravitațional;

— observații geotermice și radiometrice.

În țara noastră, problemele abordate în culegerea prezentată pot eventual găsi o bună confirmare și aprofundare printr-un studiu geologic amănunțit al condițiilor geotectonice, stratigrafice și de zăcămînt din provinciile noastre petroliere.



C.Z. 66.073.22

Spargerea şuberelor din cauza împiedicării dilatării din interiorul lor

Ing. A. BĂLĂCESCU

În instalaţiile industriale care lucrează cu lichide, se întîmplă uneori să se spargă organele de închidere fără vreo cauză aparentă.

În cele ce urmează se arată condiţiile în care se produce acest accident, cauzele care îl provoacă şi măsurile de evitare a lui.

Este cunoscută marea importanţă a organelor de închidere utilizate în industrie pentru oprirea curenţilor de gaze, vapori şi lichide. Condiţia esenţială pe care trebuie să o îndeplinească aceste organe este etanşeitatea. Organele care asigură o etanşeitate perfectă sînt aşa-numitele şuvere, care au două secţiuni de etanşare, una la intrarea în organul de închidere şi alta la ieşirea din el (fig. 1). Această calitate necesară organelor de închidere (etanşeitatea) duce în anumite condiţii la defecţiuni grave, care pot avea ca urmare spargerea organului de închidere, cu toate consecinţele ce urmează : foc, avarii etc., cînd şuberul este greşit proiectat. Uneori se întîmplă ca şuberele să se spargă la solicitări mult mai uşoare decît cele pentru care au fost construite. Spargerea neavînd aparent nici o cauză, se explică de cele mai multe ori prin ipoteza tensiunilor interne sau a defectelor de fabricaţie. Condiţiile în care se pot produce aceste spargeri sînt următoarele : *1)* conducta pe care se află şuberul este plină cu lichid ; *2)* şuberul este plin cu lichid la temperatura ambiantă ; *3)* şuberul este încălzit normal prin conductibilitate sau radiaţie după cum decurge procesul tehnologic (spargerea survine pe neaşteptate, fără nici o cauză aparentă). Spargerea se datoreşte eforturilor mari care se nasc în corpul şuberului, din cauza împiedicării dilatării lichidului închis în interiorul său, datorită etanşării perfecte a secţiunilor de închidere. Întrucît lichidul cuprins în interior are un coeficient de dilatare cu mult mai mare decît al metalului din care este făcut şuberul, la temperaturi din ce în ce mai mari creşterea volumului de lichid este mai mare decît creşterea volumului interior al şuberului, ceea ce dă naştere unei creşteri de presiuni în masa de lichid, care, la rîndul său, provoacă o deformare elastică a şuberului cauzîndu-i o creştere de volum proporţională cu presiunea. În acelaşi timp se produce şi o

comprimare a masei de lichid din interiorul şuberului, proporţională cu presiunea. În timpul încălzirii corpului (şuber şi lichid), toate aceste variaţii de volume se produc simultan, ducînd la creşterea continuă a presiunii locale o dată cu creşterea temperaturii. Cînd temperatura creşte peste o anumită limită (temperatura de închidere a şuberului) presiunea locală din interiorul şuberului depăşeşte limita elastică şi încep deformaţiile permanente ale materialului din care este făcut şuberul. Cu cît temperatura este mai mare deformaţiile permanente sînt mai mari. Ele apar în părţile cele mai slabe ale şuberului unde se nasc eforturile cele mai mari. Prin deformare plastică creşte volumul interior al şuberului, ceea ce micşorează presiunea lichidului din interior. Dacă temperatura continuă să crească, continuă să se mărească şi deformaţiile plastice, pînă ce survine spargerea şuberului însoţită de urmări mai mult sau mai puţin grave, explozii, accidente umane, foc, pierderi de produse etc.

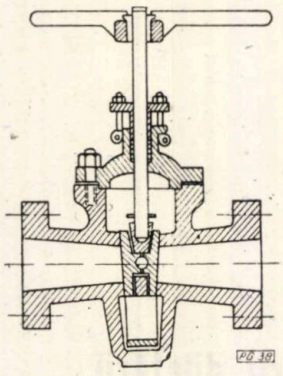


Fig. 1.

În trecut numărul spargerilor organelor de închidere a fost relativ mic datorită neetanşeităţii suprafeţelor de închidere a şuberelor.

O dată cu progresele făcute în prelucrarea suprafeţelor de închidere, numărul spargerilor a crescut. În acelaşi timp trebuie remarcat că nu la toate şuberele etanşe se produce creşterea presiunii peste limita admisibilă. În condiţii similare, spargerea survine numai la şuberele greşit proiectate, şi anume la acele şubere la care volumul de lichid este prea mare faţă de posibilităţile de dilatare şi de deformare elastică a lor.

Pentru a veni în sprijinul tinerilor tehnicieni care lucrează în domeniul proiectării şi fabricării organelor de închidere, dăm un calcul aproximativ al fenomenelor ce se petrec în aceste cazuri.

Notăm cu :

V_0 — volumul interior al organului cu dublă închidere la temperatura iniţială de închidere t_0, cm³ ;

V_p — volumul pieselor mecanice, mobile, aflate în camera de închidere a organului la temperatura t_0, cm³ ;

V_l — volumul lichidului aflat în interiorul organului de închidere în momentul închiderii, la temperatura t_0, cm³ ;

β_0 — coeficientul de dilatare cubică al materialului din care este confecţionat organul de închidere, 1/°C ;

β_p — coeficientul de dilatare cubică al materialului din care sînt făcute piesele interioare, 1/°C ;

β_l — coeficientul de dilatare cubică al lichidului din interiorul organului de închidere, 1/°C ;

K_0 — coeficientul de mărire al volumului interior al organului de închidere sub acţiunea presiunii, cm²/kgf ; valoarea acestui coeficient este în funcţie de modulul de elasticitate a materialului, de forma ventilului şi de dimensiunile fizice ale lui ;

K_l — coeficientul de compresibilitate al lichidului din organul de închidere, cm²/kgf ;

K_p — coeficientul de compresibilitate al materialului din care sînt făcute piesele interioare, pana, spindlul, cm²/kgf ;

$\Delta V_0\ (t)$ — creşterea prin dilatare a volumului interior al şuberului la creşterea temperaturii, cm³.

$\Delta V_p\ (t)$ — creşterea volumului pieselor aflate în şuber la creşterea temperaturii, cm³ ;

$\Delta V_l\ (t)$ — creşterea volumului lichidului aflat în şuber la creşterea temperaturii, cm³ ;

$\Delta V_0\ (p)$ — creşterea prin presiune a volumului interior al şuberului la creşterea presiunii, cm³ ;

$\Delta V_p\ (p)$ — micşorarea prin presiune a volumului pieselor din interiorul şuberului la creşterea presiunii, cm³ ;

$\Delta V_l\ (p)$ — micşorarea prin presiune a volumului lichidului închis în şuber la creşterea presiunii, cm³ ;

t_o, p_0 şi t, p — temperaturile şi presiunile iniţiale şi finale.

Relaţia care leagă mărimile fizice ce intervin în fenomenul descris este o relaţie de egalitate între variaţiile de volum provocate pe de o parte de creşterea temperaturii datorită încălzirii şuberului în timpul procesului tehnologic, şi pe de altă parte de creşterea presiunii ce se naşte în interior, ca o consecinţă a creşterii temperaturii. Egalitatea rezultă din necesitatea fizică, evidentă, ca volumul interior al şuberului, mărit prin dilatarea şi prin efectul creşterii presiunii, să fie acelaşi cu volumul corpurilor interioare conţinute (lichid, sertar etc.), care creşte din cauza încălzirii şi este comprimat de presiunea în creştere. Egalitatea se exprimă astfel :

$$\Delta V_l(t) + \Delta V_p(t) - \Delta V_l(p) - \Delta V_p(p) = \Delta V_0(t) + \Delta V_0(p). \quad (1)$$

Deoarece oricare din variaţiile de volum se poate exprima numeric în funcţie de temperatură, de presiune şi de caracteristicile fizice ale lichidului şi materialelor şuberului, relaţia (1) leagă între ele temperatura organului de închidere şi presiunea ce se formează în el, în condiţiile arătate mai sus.

Prin înlocuire, relaţia (1) devine :

$$V_l \cdot \beta_l (t - t_0) + V_p \cdot \beta_p (t - t_0) - V_l K_p (p - p_0) - V_p \cdot K_p (p - p_0) = V_0 \cdot \beta_0 (t - t_0) + V_0 \cdot K_0 (p - p_0) \quad (2)$$

din care se poate deduce valoarea presiunii în funcţie de temperatură :

$$p - p_0 = \frac{V_l \cdot \beta_l + V_p \cdot \beta_p - V_0 \cdot \beta_0}{V_0 \cdot K_0 + V_l \cdot K_l + V_p \cdot K_p} (t - t_0). \quad (3)$$

Din această relaţie se poate vedea cît de mult creşte presiunea în organul de închidere la o creştere a temperaturii lui peste temperatura la care a fost închis plin cu lichid.

În acest scop trebuie să se înlocuiască în relaţia (3) valorile corespunzătoare cazului real care interesează. Pentru simplificarea calculului se poate neglija valoarea $V_p K_p$, deoarece coeficientul K_p de compresie al corpurilor solide este foarte mic faţă de K_l. Coeficientul K_0 se poate calcula utilizînd relaţiile aplicabile în

cazul deformației elastice a materialelor. În afară de felul materialului, acest coeficient depinde, în mare măsură, și de forma organului de închidere. Presupunînd, tot pentru simplificare, că șuberul este de formă cilindrică, cu capace rigide, mult mai groase decît peretele cilindric similar (fig.2), acest coeficient se poate calcula după cum urmează:

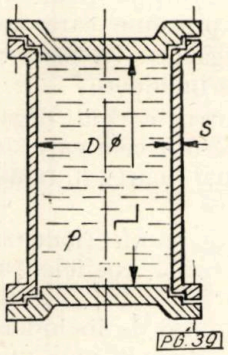


Fig. 2.

— rezistența efectivă transversală ce se naște în peretele cilindrului este dată de formula :

$$\sigma' = \frac{D}{2s}\, p,$$

— iar cea longitudinală :

$$\sigma'' = \frac{D}{4s}\, p.$$

Alungirea specifică după diametru este :

$$\varepsilon' = \frac{\sigma'}{E} = \frac{D}{2sE}\, p$$

iar alungirea specifică în sens longitudinal este:

$$\varepsilon'' = \frac{\sigma''}{E} = \frac{D}{4sE}\, p,$$

în care :

D este diametrul cilindrului, cm;
s — grosimea peretelui, cm;
E — coeficientul de elasticitate, kgf/cm².

Creșterea volumului interior al organului de închidere se poate calcula cu ajutorul alungirilor atît în sens transversal cît și în sens longitudinal.

Coeficientul de creștere specifică a volumului prin alungirea materialului se deduce făcînd diferențiala totală a expresiei care dă volumul organului de închidere. În cazul simplificării considerate mai înainte, expresia volumului este :

$$V_0 = \frac{\pi}{4} D^2 L,$$

iar creșterea volumului :

$$\Delta V = \frac{\pi}{4}(2LD\,\Delta D + D^2\,\Delta L),$$

în care înlocuind creșterea lungimii și creșterea diametrului cu :

$$\Delta L = \frac{D}{4sE}\, pL \text{ și } \Delta D = \frac{D}{2sE}\, pD$$

deducem valoarea creșterii volumului :

$$\Delta V_0 = \frac{5}{4}\,\frac{\pi}{4} D^2 L\,\frac{D}{sE}\, p$$

din care deducem coeficientul specific de creștere a volumului ventilului corespunzător unității de presiune, necesar în formula (3) :

$$K_0 = \frac{\Delta V_0}{V_0 p} = \frac{5}{4}\,\frac{D}{sE}. \qquad (4)$$

Utilizînd valorile aproximative ale unui caz real, cercetat de autor, la care $V_0 = 4\,000$ cm³, $V_l = 3\,000$ cm³, $V_p = 1\,000$ cm³.

$$\beta_o = 3 \times 1{,}2 \times 10^{-5}\ 1/°C;$$

$$\beta_p = 3 \times 1{,}2 \times 10^{-5}\ 1/°C;$$

$$\beta_l = 100 \times 10^{-5}\ 1/°C;$$

$$K_l = 100 \times 10^{-6}\ \text{cm}^2/\text{kgf};$$

$K_p = 0$ în care șuberul este făcut din oțel aliat turnat și are grosimea pereților $s = 1$ cm și diametrul $D = 15$ cm. Închiderea șuberului s-a făcut la temperatura de 20°C fiind plin cu lichid petrolier la presiunea $p_0 = 2$ kgf/cm².

Înlocuind aceste valori în formulele (4) și (3) se obține :

$$K_0 = \frac{5}{4}\,\frac{15}{1 \times 2{,}1 \times 10^6}$$

$$p - 2 = \frac{3\,000 \times 100 \times 10^{-5} + 1\,000 \times 3 \times 1{,}2 \times 10^{-5} - 4\,000 \times 3 \times 1{,}2 \times 10^{-5}}{4\,000 \times \frac{5}{4}\,\frac{15}{1 \times 2{,}1 \times 10^6} + 3\,000 \times 100 \times 10^{-6} + 1\,000 \times 0}\,(t - 20°C)$$

$$p - 2 = 8{,}61\,(t - 20°C).$$

Temperatura la care s-a produs spargerea fiind apreciată la circa 170°C din formula (5) se deduce presiunea dezvoltată în corpul șuberului:

$$p - 2 = 8{,}61\,(170 - 20);\ p = 1\,290\ \text{kgf/cm}^2.$$

În cazul că același șuber ar fi umplut cu apă la presiunea atmosferică, singurele elemente ce s-ar schimba în formulele de mai sus sînt : $\beta_l = 18 \times 10^{-5}\ 1/°C$ și $K_l = 44 \times 10^{-6}$ cm²/kgf.

$$p = \frac{3\,000 \times 18 \times 10^{-5} + 1\,000 \times 3 \times 1{,}2 \times 10^{-5} - 4\,000 \times 3 \times 1{,}2 \times 10^{-5}}{4\,000 \times \frac{5}{4}\,\frac{15}{1 \times 2{,}1 \times 10^{-6}} + 3\,000 \times 44 \times 10^{-6}}\,(t - 20°C)$$

$$p = 2{,}58\ (t - 20°C).$$

Încălzind ventilul la temperatura de 80°C se dezvoltă în el presiunea :

$$p = 2{,}58\,(80 - 20) = 155\ \text{kgf/cm}^2,$$

ceea ce s-a verificat la încercările făcute în acest scop. Din formula (3) se vede că în condițiile

date nu se află nici o posibilitate de a evita creşterea de presiune deoarece ar trebui ca numărătorul relaţiei (3) să fie nul, ceea ce nu este posibil din motive constructive datorită cărora :

$$V_0 = V_p + V_l ;$$

deci : $V_l \beta_l + V_p \beta_p > V_0 \beta_0$; $V_l \frac{\beta_p}{\beta_0} + V_p \frac{\beta_p}{\beta_0} > V_0$

pentru că $\beta_p \simeq \beta_0$,
iar:

$$\beta_l \gg \beta_0.$$

Se găsesc însă posibilităţi de a micşora creşterea de presiune. În formula (3) se văd atît elementele ce conduc la micşorarea creşterii presiunii cît şi cele care favorizează creşterea ei. Elementele care influenţează cel mai puternic creşterea presiunii sînt coeficienţii de dilatare ; cu cît este mai mare coeficientul de dilatare al lichidului şi cu cît este mai mic coeficientul de dilatare al materialului din care este confecţionat corpul, cu atît este mai puternică creşterea de presiune. Coeficientul de compresibilitate al lichidului influenţează în sens invers creşterea presiunii ; cu cît este mai mare cu atît frînează mai mult creşterea acesteia. Volumele au şi ele o mare importanţă. Volumul care influenţează cel mai mult creşterea presiunii este volumul lichidului şi mai ales raportul său faţă de volumul interior al organului de închidere ; cu cît sînt mai mici volumul lichidului şi raportul lui faţă de volumul ventilului cu atît este mai mică creşterea presiunii.

Astăzi, industria de prelucrare a metalelor fiind în situaţia să execute organe de închidere care asigură o etanşeitate perfectă, presiunea rezultată din dilatarea lichidului prins în interiorul aparatului trebuie să fie luată în considerare.

Pentru evitarea sau limitarea acestor creşteri de presiune stau la dispoziţie următoarele măsuri:

Măsuri de proiectare :

— prevederea unui ventil sau dop de descărcare în atmosferă a presiunii din corpul organului de închidere ;

— prevederea unei legături de egalizare între corpul şuberului şi intrarea sau ieşirea lui. Legătura are diametru redus şi este necesară numai în cazurile în care condiţiile reale de lucru provoacă creşteri de presiune care depăşesc limita admisibilă. Legătura trebuie să aibă la rîndul ei un organ de închidere ;

— materialele folosite pentru corpul organului de închidere să fie alese din cele care au coeficientul de dilatare cel mai mare şi rezistenţa la rupere mare ;

— materialele din care se confecţionează piesele interioare trebuie să aibă coeficientul de dilatare cît mai mic ;

— golul din interiorul organului de închidere ce va fi ocupat de lichid să fie cît mai mic posibil ;

— corpul organului de închidere să aibă o formă care să permită deformaţii elastice mari, fără concentraţii de eforturi ;

— dimensionarea prezoanelor capacului astfel ca în cazul apariţiei unei suprapresiuni în corpul ventilului ele să se alungească elastic, suficient ca să lase să scape în exterior excesul de lichid care provoacă suprapresiunea, fără ca prezoanele să se rupă.

Măsuri de exploatare :

— depresarea lichidului din interiorul corpului prin stabilirea comunicaţiei acestuia cu intrarea ori ieşirea lui prin deschiderea ventilului de egalizare sau cu exteriorul prin slăbirea dopului cu şurub ;

— încălzirea şuberului pînă aproape de temperatura de regim înainte de închiderea lui ;

— depresarea lichidului din interior prin uşoară slăbire a penelor de închidere în timpul pornirii instalaţiei ;

— închiderea şuberului fără lichid ;

— scurgerea lichidului din organul de închidere prin dopul de scurgere înainte de încălzirea instalaţiei.

Documentare

LICHIDAREA PIERDERILOR DE NOROI DE FORAJ PRIN METODA ELECTROCHIMICĂ. Neftianik nr. 7, 1962.

Lichidarea pierderii noroiului de foraj se execută în prezent prin mai multe metode, care, în majoritate, au la bază folosirea laptelui de ciment sau a materialelor inerte separat sau în amestec cu laptele de ciment.

Sînt larg răspîndite prepararea şi injectarea cimentului de sondă în straturile absorbante şi introducerea în sondă a unor materiale inerte (paie, argilă, rumeguş de lemn, pietre, cărămizi, nisip). Uneori problema se soluţionează prin introducerea unei coloane intermediare.

O metodă cu mari perspective, care s-a introdus în U.R.S.S., este metoda electrochimică la care volumul de muncă este mai mic, se micşorează consumul de ciment de sondă şi se exclude folosirea metalului şi materialelor inerte, puţin eficace şi voluminoase.

Metoda electrochimică se bazează pe întrebuinţarea curentului electric continuu în combinaţie cu amestecuri de cimentare, ca, de exemplu, apă cu argilă şi ciment, precum şi cu adaosuri de clorură de calciu sau clorură de sodiu şi sticlă solubilă.

Prin tratamentul electric al găurii de sondă, în rocile pereţilor sondei şi în substanţele introduse în sondă au loc noi procese fizico-chimice, ca : electroliză—cu descompunerea substanţelor şi migraţia ionilor, electroosmoză—cu migraţia fazei lichide, electroforeză—cu migraţia fazei solide. Fiecare dintre aceste procese se poate întrebuinţa pentru soluţionarea problemelor practice.

Pentru izolarea straturilor absorbante prezintă interes procesul de electroforeză însoţit de o migraţie a fazei solide în suspensii puternic diluate. Sub acţiunea cîmpului electric, pe pereţii sondei se formează o crustă foarte compactă din suspensii constituite din ciment, var şi emulsie de bitum.

În scopul izolării straturilor absorbante nu este nevoie să se injecteze laptele de ciment sau amestecul în adîncimea stratului, ci este suficient să se umple canalele absorbante din imediata apropiere a găurii de sondă. Principalul este să se menţină amestecul de ciment pînă la încercarea prizei în apropierea găurii de sondă în dreptul zonei de absorbţie, pentru a se închide porii şi crăpăturile rocilor. Prin tratamentul electric cu curent continuu supunînd amestecurile de cimentare la impulsuri chiar pe timp scurt (20—30 min), se accelerează priza şi întărirea cimentului, se măreşte rezistenţa mecanică a cimentului şi rezistenţa lui în medii agresive (apa de strat, ţiţei). Izolarea se face prin introducerea amestecului de cimentare în spaţiul inelar dintre pereţii sondei şi electrozii introduşi în zona de absorbţie, cu ajutorul cablului.

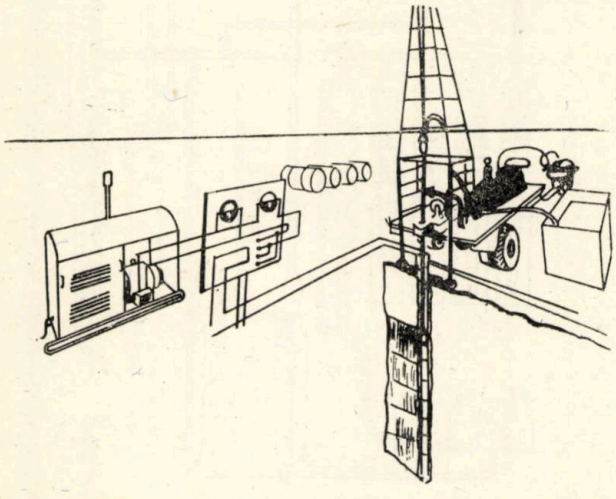


Fig. 1. Schema dispunerii echipamentului pentru tratamentul electric al pereţilor sondei :

1 — grup electrogen pentru sudură; *2* — agregat de foraj „A.B.V"; *3* — sondă; *4* — electrozi; *5* — tablou electric; *6* — rezervor cu amestec de ciment; *7* — reactivi chimici.

Electrodul este constituit dintr-un burlan cu pereţii netezi, a cărei lungime se determină în raport de intervalul de tratat. Diametrul exterior al electrodului se determină în funcţie de diametrul găurii de sondă, ţinînd seama de coeficientul spaţiului inelar, care îi asigură introducerea liberă în sondă. Amestecul de cimentare se injectează în cantitatea stabilită, cu ajutorul agregatului de cimentare, în spaţiul din spatele electrodului. Alimentarea cu curent pînă la electrozi se face după schema obişnuită, folosindu-se drept conductor cablul armat flexibil şi conductoarele cu izolaţie întărită.

Tratamentul electric se execută cu electrozii ficşi. Pentru egalizarea zonalităţii produse din cauza densităţii de curent neuniforme pe lungimea electrodului, la anumite intervale de timp, stabilite prin regimul tratamentului, electrozii se deplasează alternativ în sus şi în jos cu o jumătate de lungime. Durata operaţiei şi compoziţia amestecului de cimentare se stabilesc în funcţie de intensitatea pierderilor de noroi de foraj şi de caracteristicile rocilor în straturile absorbante şi vecine (adiacente).

Metoda electrochimică s-a aplicat la o serie de sonde din R.S.S.A. Tătară după terminarea forajului şi executarea unui complex de cercetări pentru stabilirea zonelor de absorbţie şi a caracteristicilor canalelor de absorbţie.

La sonda nr. 18 s-a folosit un amestec-pastă constituit din 40% argilă gresoasă roşie, 40% apă de rîu şi 20% ciment de sondă. După un tratament electric de nouă ore s-a format o crustă de 28 mm grosime, în formă de coloană de tubaj. Suprafaţa interioară a acesteia era netedă, rezistentă, şi timp de 97 de zile, cît s-au efectuat observaţii, nu s-au mai produs pierderi de noroi de foraj.

La sonda nr. 6 043, la adîncimea de 73 m s-a observat pierderea parţială (pînă la 40 m^3/h) a noroiului de foraj. Spre a se evita eventualele complicaţii, s-a oprit forajul la 102 m şi s-a aplicat metoda electrochimică în intervalul 76—96 m. S-a folosit amestecul constituit din 29% argilă gresoasă, 53% ciment de sondă, 12% apă, 4% clorură de calciu, 2% sticlă solubilă, obţinîndu-se o pastă cu greutatea specifică 1,7 g/cm^3. După tratamentul electric timp de şase ore, coloana de lichid a rămas la acelaşi nivel.

Experienţele făcute au demonstrat eficienţa metodei electrochimice chiar la sondele adînci şi în condiţii geologice grele.

APARAT PENTRU CONTROLUL AUTOMAT AL PUNCTULUI DE FUZIUNE A PRODUSELOR PETROLIERE ÎN FLUXUL TEHNOLOGIC. Himiia i tehnologhiia topliv i masel, nr. 11, 1962, p.57—60.

La filiala Academiei de Ştiinţe din Leningrad s-a proiectat şi s-a construit un aparat pentru determinarea automată a punctului de fuziune a produselor petroliere (parafină, cerezină, reziduuri de ulei etc.) în fluxul tehnologic.

Funcţionarea aparatului se bazează pe variaţia intensităţii unui fascicul de curent luminos, care a trecut prin produsul examinat, şi a fost dispersat de cristalele sale în funcţie de temperatura acestui produs. Intensitatea fasciculului luminos variază paralel cu variaţia temperaturii, devenind maximă în momentul în care produsul trece dintr-o stare de agregare în alta, adică la punctul de fuziune a produsului.

Dăm mai jos cîteva caracteristici tehnice ale aparatului.

Durata unei măsurători a punctului de fuziune nu depăşeşte 10 min.

Punctul de fuziune poate varia între 20 şi 70°C.

Reproductibilitatea indicaţiilor aparatului —0,5°C.

Eroarea admisibilă a aparatului în raport cu punctul de fuziune în comparaţie cu metoda Jukov —0,05°C.

Indicaţiile se înregistrează pe banda unei diagrame.

Pentru a mări gradul de securitate a aparatului contra exploziilor, s-a prevăzut purjarea corpului aparatului cu aer comprimat.

Gabaritele aparatului : 630 × 706 × 375 mm.

Aparatul a fost supus la probe de laborator şi în producţie la Rafinăria de petrol din Groznîi, unde însuşirile aparatului care au fost menţionate au fost confirmate integral. Încercările au demonstrat că, în comparaţie cu sarcina tehnică, domeniul de utilizare a aparatului poate fi mult extins (în particular, aparatul se poate folosi pentru determinarea punctului iniţial de cristalizare a distilatelor parafinoase).

COMBINAREA PROCESELOR DE REFORMARE CATALITICĂ. Himiia i tehnologhia topliv i masel, nr. 9, 1962, p. 8—13.

În articol se arată raţionalitatea unificării şi combinării instalaţiilor şi proceselor pentru obţinerea unei game de hidrocarburi aromatice şi componenţi pentru benzină auto din benzinele cu cifra octanică joasă, obţinute de la distilarea primară.

Astfel de instalaţii trebuie să cuprindă un complex de procese, realizate după schema blocurilor interdependente : blocul de pregătire a materiei prime (hidrorafinare şi fracţionare) ; blocul de reformare cu două fluxuri pentru 20 şi 40 at ; blocul de extracţie şi de obţinere a hidrocarburilor aromatice comerciale, utilizate ca materie primă în petrochimie.

Expunerea se bazează pe calcule, fiind alcătuită o schemă tehnologică a unei instalaţii combinate, cu un randament de 600 000 t/an în raport cu materia primă.

Prin introducerea instalaţiei combinate de reformare catalitică la rafinăriile de petrol se va obţine un însemnat efect economic. Astfel se vor introduce investiţiile de capital şi cheltuielile de exploatare, va creşte productivitatea muncii ; se va produce un sortiment mai bogat în produse în funcţie de cerinţele consumatorilor ; se vor reduce termenele de construcţie în comparaţie cu construirea instalaţiilor separate.

APARAT DE LUAT PROBE „PS" PENTRU PRODUSE PETROLIERE Neftianik nr. 8, 1962.

Pentru luarea probelor de produse petroliere din trei puncte ale rezervorului, în U.R.S.S. s-a propus întrebuinţarea aparatului „PS", prezentat în figura 1. Acesta cuprinde trei părţi principale : flotorul *1*, bara *3* cu ţevile de luare a probelor şi nodul articulat *4*.

Bara *3* are ţeava de luare a probei „superioare" *2*, ţeava de luare a probei „mijlocii" *8*. La capetele lor de jos, aceste ţevi se fixează prin piuliţe la bucşele nodului articulat şi se prelungesc apoi pînă la capacul *6* al gurii inferioare de control a rezervorului, la care se termină şi ţeava de luare a probei „inferioare" *7*. La exterior, capetele ţevilor de luare a probelor se continuă cu robinetele *5*.

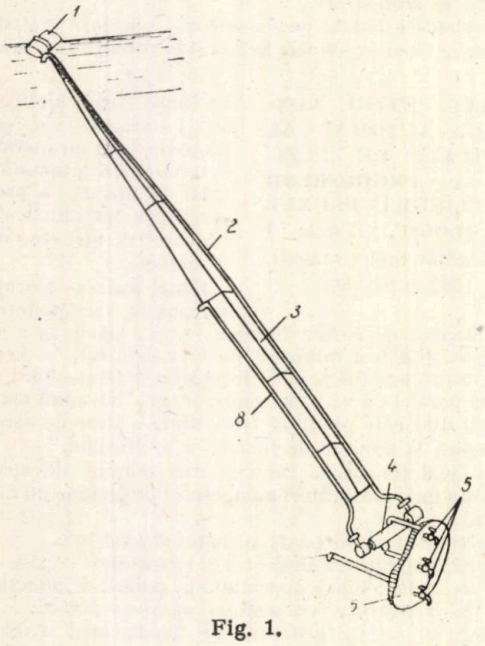


Fig. 1.

Bara *3* îşi schimbă poziţia în raport cu nivelul produsului petrolier din rezervor. Ţeava *7* pentru luarea probei inferioare este fixată cu 10 cm mai jos de ţeava de scurgere a rezervorului. Capătul ţevii *8* pentru luarea probei „mijlocii" se găseşte în permanenţă la mijlocul distanţei dintre capetele ţevilor *2* şi *7*, indiferent de modificarea mărimii acestei distanţe.

Înaintea luării probelor se scurge din fiecare ţeavă lichidul rămas de la probele anterioare, după care se iau probe din cele trei puncte, în volume egale. Pentru obţinerea probei medii se amestecă probele luate din cele trei puncte. Garniturile cu autoetanşare ale nodului articulat exclud posibilitatea pătrunderii produsului petrolier din exterior în ţevile de luare a probelor.

Aparatul de luat probe „PS" se poate întrebuinţa la rezervoarele cu produse petroliere cu viscozitatea convenţional mai mare de 2, la temperatura de 50°C.

Dacă se înfundă una dintre ţevile de luare a probelor cu impurităţi mecanice, ea se desfundă cu ajutorul unei pompe de mînă prin robinetul *5* corespunzător.

În cazul defectării aparatului de luat probe este necesar să se golească rezervorul şi să se schimbe capacul gurii de control cu altul la care s-a montat un nou aparat de luat probe.

Aparatul de luat probe „PS" asigură luarea probelor în condiţiile prevăzute în STAS, oricare ar fi nivelul produsului petrolier din rezervor, scurtează mult durata operaţiei şi înlătură toate dezavantajele executării operaţiei manuale (urcarea pe rezervor, coborîrea greoaie cu probele luate, inspirarea vaporilor dăunători etc.). El este simplu şi sigur în exploatare.

ÎNTREBUINŢAREA METODEI CROMATOGRAFICE PENTRU ANALIZA GAZELOR DE PIROLIZĂ. Neftianik nr. 9, 1962.

Datorită dezvoltării impetuoase a industriei petrochimice şi, în special, dezvoltării prelucrării chimice a gazelor naturale şi industriale, metodele de analiză folosite pînă în prezent (metodele chimice de absorbţie, metodele rectificării la temperatură joasă) nu mai satisfac cerinţele tehnicii moderne (rapiditatea, determinarea separată a tuturor componenţilor etc.).

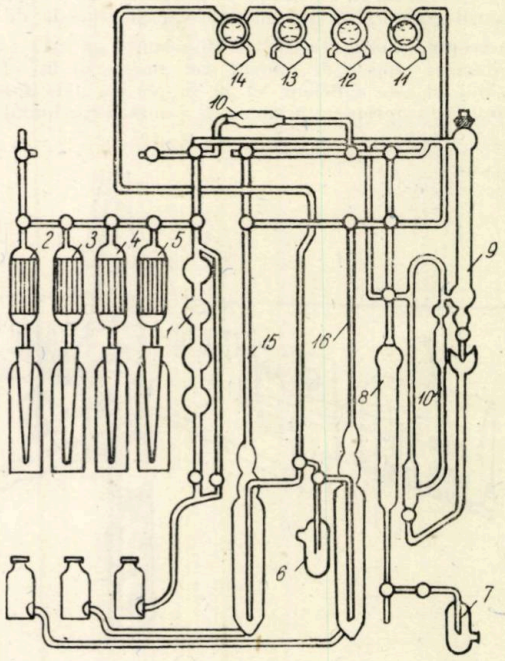


Fig. 1. Schema de principiu a cromatografului :

1 — biureta „VTI — 1" ; *2, 3, 4, 5* — pipete absorbante ; *6* — recipient de barbotare ; *7* — recipient cu acid carbonic solid pentru obţinerea CO_2 ; *8, 9* — tuburi cu clorură de calciu ; *10* — reometru ; *11, 12, 13, 14* — coloane ; *15, 16* — biuretele analizatorului de gaze.

De aceea, în ultimul timp, a luat o mare dezvoltare metoda cromatografică gaze-lichide, care permite să se analizeze amestecurile de hidrocarburi C_1-C_6 şi chiar superioare. Posibilităţile acestei metode au fost mărite pe măsura creşterii numărului de absorbanţi şi solvenţi folosiţi. Avantajele noii metode sînt: rapiditatea, marea sensibilitate la analiza unor probe mici (1—10 ml), redarea în bune condiţii a rezultatelor, nefolosirea azotului lichid costisitor, posibilitatea automatizării parţiale sau complete a proceselor tehnologice.

Pentru studierea şi asimilarea metodei cromatografice, la analiza gazelor de piroliză s-au luat ca bază metodica şi aparatul elaborat de laboratorul Institutului de petrochimie al Academiei de Ştiinţe a R.S.S. Azerbaidjene. Construcţia acestui cromatograf (fig. 1) se bazează pe metoda cromatografo-volumetrică, iar înregistrarea hidrocarburilor componente separate din amestecul gazos se fixează vizual cu ajutorul unui cronometru.

Analiza se execută astfel: se introduc 100 cm^3 gaze de piroliză în biureta „VTI—1" şi apoi se trec succesiv în patru pipete absorbante în care se determină conţinutul de CO_2+H_2S şi de oxigen în probă. În amestecul gazos rămas se găsesc azot şi hidrocarburi. Apoi se ia un volum determinat (15—18 cm^3) din această probă de amestec şi se introduce în coloanele *11*, *12*, *13*, *14*, unde se evidenţiază componenţii prin bioxid de carbon cu viteza de 40 cm^3/min. Conţinutul diferiţilor componenţi ai amestecului se determină prin măsurarea volumelor fiecărui component după separarea în biuretele *15* şi *16* deasupra unei soluţii alcaline. După o curbă etalonată, întocmită înainte, se determină volumul adevărat al componenţilor separaţi care se înregistrează.

Întrucît pentru separarea componenţilor se folosesc coloane cu lungimea de 2—4 m, care necesită un curent continuu de CO_2 de înaltă presiune, s-a elaborat şi un aparat care asigură cantitatea necesară de bioxid de carbon pentru funcţionarea normală a cromatografului.

Cromatograful descris este în funcţiune de peste şase luni şi dă rezultate bune.

DISPOZITIV PENTRU DETERMINAREA ECHILIBRULUI ÎNTRE LICHIDUL ŞI VAPORII UNOR SUBSTANŢE SLAB VOLATILE, TERMIC INSTABILE. Himiia i tehnologhiia topliv i masel nr. 11, p. 50—56.

Aparatele de condensare cu circulaţie, descrise în literatură, se caracterizează printr-un mare neajuns, şi anume prin imposibilitatea de a le folosi cu substanţe termic instabile din cauza evaporării nesatisfăcătoare a produselor examinate. Autorii au elaborat şi au construit un aparat de condensare cu circulaţie, care poate fi utilizat pentru determinarea tensiunii vaporilor şi echilibrului între lichidul şi vaporii produselor slab volatile, termic instabile. Se ştie că descompunerea produselor termic instabile la evaporare poate fi evitată numai prin reducerea maximă a timpului şi coborîrea cît mai intensă a temperaturii de evaporare. Pentru realizarea evaporării, în aceste condiţii s-a utilizat un evaporator rapid rotativ, de tip special, care permite evaporarea unor cantităţi precis dozate de substanţe analizate, în forma unui film subţire pe suprafaţa dezvoltată de evaporare. Gazul inert, în prealabil încălzit, se turbionează de către rotor, se amestecă energic cu vaporii substanţei examinate deasupra suprafeţei de evaporare, intensificînd evaporarea. Condiţiile favorabile de evaporare astfel create permit realizarea ei la temperaturi mult mai reduse faţă de cele normale ale distilării substanţelor analizate şi reducerea simultană a duratei evaporării pînă la zecimi de secundă.

Cu ajutorul aparatului construit s-au determinat datele referitoare la tensiunile vaporilor de nitrociclohexan, în intervalul de presiuni de la 1,0 pînă la 10,0 mm col. Hg de tetraclorheptan şi de acid clorenantic în intervalul de presiuni de la 0,01 pînă la 1,0 mm col. Hg.

De asemenea, la aparatul de condensare cu circulaţie s-a realizat determinarea echilibrului între lichid şi vapori în sistemul ciclohexanonă-ciclohexanol la +35°C.

METODE RAPIDE PENTRU DETERMINAREA VALORII INHIBITORILOR DE COROZIUNE FOLOSIŢI ÎN INSTALAŢIILE PETROLIERE. Tehniques du petrol nr. 10, 1962, p. 69.

Avantajele folosirii inhibitorilor de coroziune în exploatările de petrol sînt cunoscute de multă vreme. Dar cum numeroase produse chimice sînt prezentate ca inhibitori şi cum efectul lor variază enorm după natura petrolului brut şi a cantităţii de apă pe care acesta o conţine, alegerea inhibitorilor este adesea însoţită de greutăţi.

În afară de aceasta nu întotdeauna se poate efectua o cercetare directă a coroziunii, aceasta reprezentînd adesea o operaţie destul de îndelungată.

Una dintre metode constă în introducerea unui eşantion de oţel, succesiv, în petrol brut apoi în apă şi în măsurarea cantităţii de apă rămasă aderentă pe eşantion. În acest fel se pot cerceta numeroşi inhibitori pe zi, şi în 94% din cazuri produsele reţinute după această experimentare de laborator au asigurat o protecţie suficientă împotriva coroziunii.

De asemenea, poate fi măsurată şi pierderea în greutate a unui eşantion introdus într-un mediu corosiv, cu sau fără inhibitori.

Există, în fine, metode dinamice care au fost experimentate recent în mai multe laboratoare: mediul corosiv circulă de-a lungul unui eşantion căruia i se măsoară variaţiile de rezistenţă electrică.

PROTECŢIE ANODICĂ ÎMPOTRIVA COROZIUNII. The Petroleum Times nr. 10, 1962, p. 599.

La Oklahoma a fost realizat un nou sistem de protecţie anodică pentru a preveni coroziunea într-o gamă largă de lichide cu mare putere corosivă. Acest sistem constă în asigurarea protecţiei prin formarea unui film pasiv (probabil în oxid metalic) pe suprafaţa metalului. Acest film este format şi menţinut de un aparat electronic pentru controlul potenţialului, care menţine rezervorul la un potenţial pasiv în raport cu un electrod de referinţă. Curentul curge între un catod de platină şi rezervor, acesta din urmă formînd anodul. Cînd anodul de referinţă este cufundat în lichidul corosiv, formează un element electrochimic cu rezervorul, care reprezintă cealaltă jumătate a elementului. Un contor măsoară voltajul dezvoltat de acest element şi indică orice schimbare în potenţialul rezervorului. În afară de controlerul pentru cercetări model 4100, care poate fi utilizat pentru evaluarea problemelor de protecţie anodică în cele mai variate părţi ale unei instalaţii, modelul 5 100 cu sistem de control bazat pe principiul închis-deschis poate fi folosit pentru a preveni coroziunea în rezervoarele de depozitare. O variantă portabilă a acestui aparat este indicată pentru utilizarea la vagoane-cisternă, autocisterne şi şlepuri.

DEFECTOSCOP PENTRU CERCETAREA IZOLAŢIEI CONDUCTELOR. The Institute of petroleum Review, nr, 11, 1962, p. 401.

O nouă metodă a fost pusă în aplicare pentru detectarea defectelor în izolaţia şi învelişul conductelor sudate de oţel aflate în pămînt; ea implică injectarea unui curent de înaltă frecvenţă într-un punct al canalizării şi determinarea punctului de pe suprafaţa solului, deasupra conductei, unde scurgerea de curent a tulburat potenţialul normal al pămîntului.

Procedeul este executat de două persoane avînd ghete cu ţinte. Una dintre persoane duce cu sine un amplificator şi un aparat de măsurat, iar cealaltă asigură o legătură de referinţă cu pămîntul. În locul unde se întîlneşte un defect apare un semnal de intensitate crescîndă, care este detectat prin căştile de ureche şi echipamentul amplificator.

Incendii

Aparat pentru stins incendii la rezervoarele de petrol

Aparatul de stins incendii este un tip carosabil prevăzut cu tub telescopic prin interiorul căruia circulă fluidul stingător.

Se cunosc aparate carosabile de stins incendii, formate din tuburi telescopice prin interiorul cărora circulă fluidul stingător, la care înălţarea tubului la înălţimea dorită se face tot cu ajutorul fluidului stingător şi, după prinderea capătului tubului de marginea rezervorului sau a altei construcţii incendiate, se deschide supapa de la gura de refulare a tubului printr-un cablu acţionat de jos. Aceste tipuri de aparate prezintă inconvenientul că necesită agăţarea tubului telescopic de construcţia incendiată, şi orice defecţiuni ale supapelor pot compromite operaţia de stingere a incendiului.

Noul aparat, realizat de ing. Weinstock I. de la Rafinăria 1—Ploieşti, înlătură dezavantajele semnalate, în sensul că telescoparea tuburilor se face independent de circuitul fluidului stingător, printr-o acţiune hidraulică sau pneumatică a unor tije care înconjoară şi sînt prinse de tuburi prin nişte flanşe, tuburile putînd fi ridicate la înălţimea dorită, după care se comandă circuitul fluidului stingător prin tuburi şi proiectarea lui pe zona incendiată.

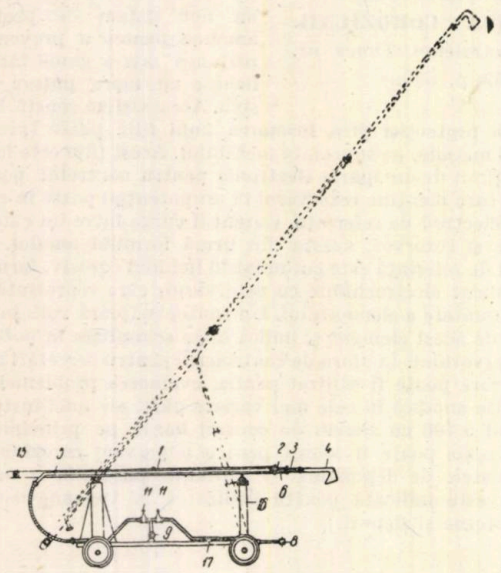


Fig. 1. Schema aparatului în poziţie de repaus şi poziţie de lucru.

În cele ce urmează se dă un exemplu de realizare a aparatului.

Aparatul cuprinde un tub *1* cu diametrul interior de circa 100 mm în care circulă un al doilea tub *2* cu diametrul interior de circa 90 mm şi lungimea circa 6 m în care circulă un al treilea tub *3* cu diametrul interior de circa 80 mm şi lungimea de circa 4 m, la capătul căruia se montează, după necesităţi, pîlnia deversoare *4*, ţeava comet, dispozitivul pentru tunul de apă sau duze pentru apă.

Pe laturile exterioare ale tubului *1* sînt montate două pompe hidraulice sau pneumatice *5* care, prin două tije de oţel *6*, ridică tuburile *2* şi *3* la înălţimea necesară.

Pompele hidraulice sau pneumatice primesc apă, respectiv aer, prin orificiile *7* şi împing pistoanele *8* la care sînt racordate tijele *6*, cursa pistoanelor *8* fiind egală cu lungimea celui de-al doilea tub *2*. Tijele *6* sînt solidarizate de tubul *2* cu ajutorul unei flanşe *9*, sudate de tubul *2* şi prinse prin piuliţele *10* pe tijele *6*.

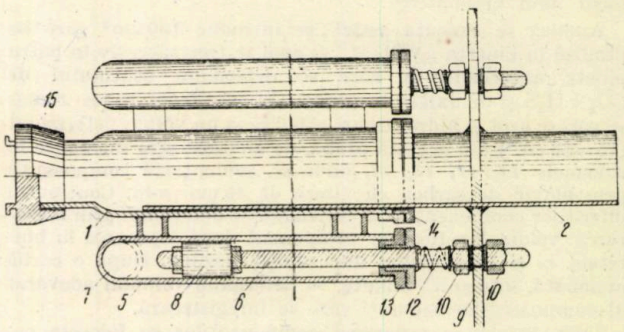


Fig. 2. Secţiune prin dispozitivul hidraulic de telescopare.

Menţinerea tubului *2* în poziţia dorită se face cu ajutorul presiunii din pompe, care rămîne constantă prin închiderea unui ventil de dirijare *11*. Pentru amortizarea şocurilor la repliere se montează arcurile *12*, iar presgarniturile *13* şi *14* asigură etanşeitatea pompelor şi a tuburilor.

Tubul *1* se racordează printr-un racord *15* la generatorul de spumă sau la alt fluid stingător. Ridicarea pe verticală la înclinarea necesară se realizează cu ajutorul unui cric *16*, acţionat hidraulic sau pneumatic de construcţia telescopică, care înalţă tuburile *1*, *2*, *3* la înclinarea de 55—60°. Atît tubul cît şi cricul telescopic, cu sistemele de susţinere şi manevrare sînt montate pe un şasiu din oţel profilat *17*, aşezat pe două osii, din care una mobilă, la care sînt montate patru roţi cu pneuri. Pe şasiu mai este montat un cîrlig de tracţiune *18*, care asigură remorcarea aparatului la orice autovehicul. Tubul telescopic se poate desfăşura pînă la o înălţime de circa 16 m, iar cu prelungitoare poate atinge 20 m înălţime.

Aparatul fiind adus la locul incendiului şi pus în poziţia de atac, se racordează la racordul *19* al aparatului un furtun de la o autocisternă sau de la linia de hidranţi, iar cu ajutorul ventilelor *11* se înalţă întîi tubul telescopic la înălţimea şi înclinarea necesare, după care se telescopează tuburile *2* şi *3* pînă deasupra focului. În acelaşi timp se racordează şi generatorul de spumă sau un alt circuit fluid la racordul *15*, asigurîndu-se în timp rapid atacul asupra focului.

În timp de iarnă, pe geruri mari, pentru a evita îngheţarea apei în conductele aparatului, acţionarea acestuia se face cu aer comprimat îmbuteliat într-un recipient montat pe şasiu.

Noul aparat prezintă următoarele avantaje:

— îşi găseşte aplicare în industria petrolieră şi în alte industrii în care se lucrează cu rezervoare şi materiale inflamabile, precum şi pe cheiuri, fără a mai fi necesare scări şi întindere de furtune;

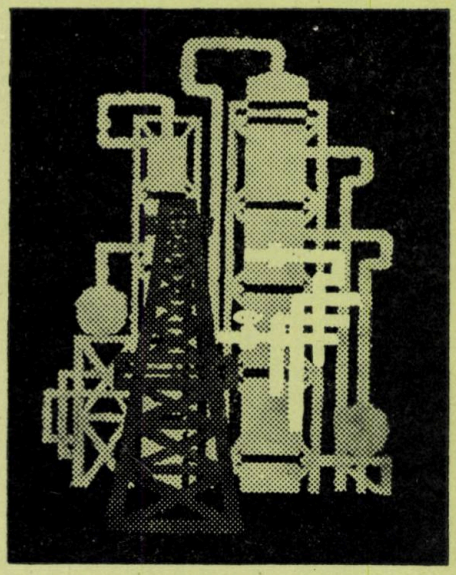
— înlocuieşte instalaţiile de stins precedente, care erau mai greoaie în manipulare şi mai puţin eficiente;

— se asigură rapiditatea în intervenţie, aparatul fiind pus în poziţie de lucru de doi oameni în circa 2 min.

MŰSZAKI KÖNYVTÁR ÉS DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT 1883

inter-oil 19 – 26 iunie 1963

Se prezintă realizările obținute în întreaga lume în domeniul producției de accesorii pentru industria petrolului și gazelor naturale. Expun circa 400 de întreprinderi aparținînd unui număr de 16 țări de primă importanță pe piața mondială. O prezentare cuprinzătoare a ultimelor realizări ale tehnicii.



Expoziție internațională
Al 6-lea Congres mondial al petrolului
Frankfurt/Mein

Revista PETROL şI GAZE, organ al Ministerului Industriei Petrolului şi Chimiei şi al Consiliului Naţional al Inginerilor şi Tehnicienilor din R.P.R. (C.N.I.T.) Redacţia : Bucureşti, str. Ion Ghica, nr. 3, raion Tudor Vladimirescu, telefon 16.78.78. Revista este editată de Centrul de documentare al industriei petrolului şi chimiei. Abonamentele pentru biblioteci, cabinetele tehnice, individuale se pot achita în numerar sau în contul nostru de virament : Centrul de documentare al industriei petrolului şi chimiei — Sectorul publicaţiilor tehnice — telefon 13.52.23, Bd. N. Bălcescu, nr. 16, raion 30 Decembrie, cont 136402 — 17 B.R.P.R., Filiala 30 Decembrie, Bucureşti. Tarif pentru întreprinderi lei 100 anual; tarif pentru abonamentele individuale : lei 30 anual. Preţul unui exemplar : lei 5.

Taxele poştale plătite în numerar conform aprobării D.G.P.Tc. nr. 560/11 759/1962. Tiparul : Întreprinderea Poligrafică nr. 2, Bucureşti — c. 5583

I. P. 2 c. 5583

LEI 5

E 1445

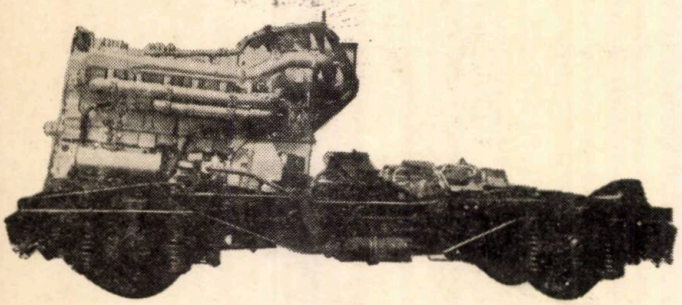
petrol și gaze

3

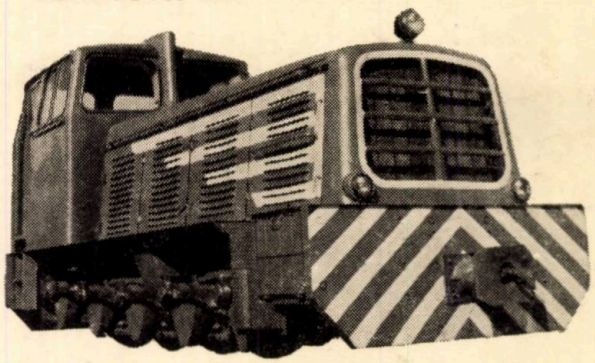
PETROL ŞI GAZE • Vol. 14 • Nr. 3 • P. 113—168 • BUCUREŞTI, 1963

UZINELE 23 AUGUST BUCUREȘTI execută

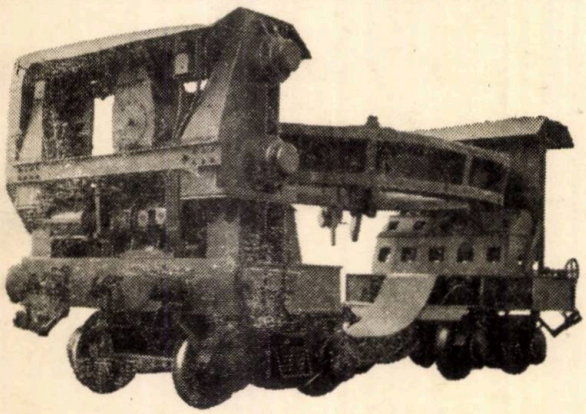
● BOGHIU DE AUTOMOTOR CU ECHIPAMENT DIESEL HIDRAULIC DE 600 CP



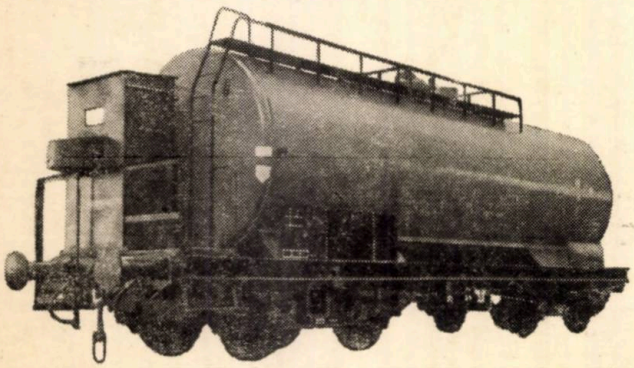
● LOCOMOTIVĂ DIESEL DE 120 CP PENTRU ECARTAMENT DE 760 mm



● VAGON SIDERURGIC PENTRU TRANSPORTUL ZGUREI



● VAGON CISTERNĂ DE 50 t



Agregate și aparataje pentru industria chimică
Agregate și utilaje pentru industria siderurgică
Motoare Diesel de la 100 la 1 000 CP
Linii de ciment de 800 și 1 200 t/zi
Material rulant
Locomotive de manevră pentru cale normală
Automotoare de mare viteză și capacitate
Vagoane cisternă de mare capacitate
Vagoane speciale pentru siderurgie
Frîne cu aer comprimat pentru material rulant

TURNĂTORII ȘI OȚELĂRII

Piese turnate din oțel pînă la 25 t/bucată
Piese turnate din oțel manganos
Piese turnate din fontă
Piese forjate liber
Piese matrițate
Oțeluri aliate de construcții
Oțeluri de scule aliate și rapide

CUPRINS

M. ALEXANDRU, R. BLUM şi D. DOICIN: **Aplicarea profilelor nelongitudinale de corelare continuă în prospecţiunea seismică** p. 113—118

A. MILIUTIN: **Unele probleme de foraj al sondelor la mare adîncime** p. 119—125

O. VOICU: **Utilizarea substanţelor tensioactive neionice în extracţia ţiţeiului** p. 126—143

V. PIMSNER: **Metode moderne de uscare a gazelor naturale** p. 144—149

M. CONRAD şi N. IOANESI: **Studiul relaţiilor viscozitate — temperatură la uleiurile minerale** p. 150—159

INFORMAŢII ECONOMICE p. 160—161

DOCUMENTARE p. 161—168

ORSZÁGOS MŰSZAKI KÖNYVTÁRÉS DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT 1883

COMITETUL DE REDACŢIE

Ing. I. NICULESCU, Laureat al Premiului de Stat, redactor responsabil, ing. CH. ALDEA, ing. I. COSTESCU, ing. V. COVRIG, dr. ing. N. CRISTEA, Laureat al Premiului de Stat, dr. ing. AL. DRĂGAN, ing. I. ISTRATE, ing. G. PACOSTE, ing. N. ROŞCA, ing. I. TOCAN, candidat în ştiinţe tehnice, şi ing. A. ZBEREA.

Fotografia de pe copertă reprezintă instalaţia de cracare catalitică de la Rafinăria Oneşti

СОДЕРЖАНИЕ

М. АЛЕКСАНДРУ, Р. БЛЮМ, Д. ДОЙЧИН: **Применение непродольных профилей и непрерывного коррелирования в сейсмической разведке** 113—118

А. МИЛЮТИН: **Некоторые вопросы бурения сверхглубоких скважин** 119—125

О. ВОЙКУ: **Применение неионогенных поверхностно-активных веществ в нефтедобыче** 126—143

В. ПИМСНЕР; **Современные методы сушки природного газа** 144—149

М. КОНРАД и Н. ИОАНЕСИ: **Изучение соотношения вязкость — температура в минеральных маслах** 150—159

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ИНФОРМАЦИИ 160—161

ДОКУМЕНТАЦИЯ 161—168

М. АЛЕКСАНДРУ, Р. БЛЮМ, Д. ДОЙЧИН: **Применение непродольных профилей непрерывного коррелирования в сеисмической разведке.**

Непродольное профилирование служит для качественного улучшения сеисмического материала в сложных сеисмологических и морфологических условиях. Метод имеет ряд недостатков, как например, возникновение обменных волн и снижение точности построения.

Опыт показывает, что в некоторых случаях найлучшие результаты получаются при сочетании непродольного профилирования с группировкой поверхностных взрывов.

Petrol şi gaze **14**, (1963) № 3 стр. 113—118
ДК 622.1

О. ВОЙКУ: **Применение неионогенных поверхностно-активных веществ в нефтедобыче.**

В статье рассматривается приготовление, применение и технико-экономические преимущества нового типа деземульгатора. Вопрос является весьма актуальным, поскольку добываемая румынская нефть содержит непрерывно возрастающие количества воды и примесей, причем применяемые в настоящее время деземульгаторы уже не дают удовлетворительных результатов при процессах переработки нефти.

Petrol şi gaze **14** (1963) № 3 стр. 126—143
ДК 665.51 : 622.2765 : 66.092.46

А. МИЛЮТИН: **Некоторые вопросы бурения сверхглубоких скважин.**

Освещается ряд вопросов бурения сверхглубоких скважин, связанных с условиями давления и температуры, а также рассматриваются проблемы выдвигаемые обсадкой и применяемым глубинным и надземным оборудованием.

Рассматриваемые вопросы являются весьма актуальными в связи с необходимостью обеспечения темпа повышения углеводородных запасов, а также для научных целей.

Petrol şi gaze **14** (1963) №. 3 стр. 119—125
ДК 622.243

М. КОНРАД и Н. ИОАНЕСИ: **Изучение соотношения вязкость — температура в минеральных маслах.**

В статье рассматривается соотношение вязкость—температура, являющееся одним из наиболее важных факторов, влияющих на смазку находящихся в движении органов машин. Рассматриваются основные эмпирические формулы определения вязкости масел при различных температурах, основные формулы определения показателя вязкости, а также ряд полученных в лаборатории результатов.

Petrol şi gaze **14**, (1963), № 3 стр. 150—159
ДК 665.521.5 : 532.536.5

INHALTSVERZEICHNIS

M. ALEXANDRU, R. BLUM und D. DOICIN: **Die Anwendung der nichtlongitudinalen Profile der kontinuierlichen Korrelation in der seismischen Lagerstättenforschung** 113–118

A. MILIUTIN: **Einige Probleme der Tiefbohrung** 119–125

O. VOICU: **Die Verwendung der nichtionogenen oberflächenaktiven Stoffe bei der Erdölförderung** 126–143

V. PIMSNER: **Moderne Trocknungsverfahren der Erdgase** 144–149

M. CONRAD und N. IOANESI: **Das Studium der Beziehung Viskosität – Temperatur bei Mineralölen** 150–159

WIRTSCHAFTLICHE INFORMATIONEN 160–161

DOKUMENTATION 161–168

M. ALEXANDRU, R. BLUM und D. DOICIN: **Die Anwendung der nichtlongitudinalen Profile der kontinuierlichen Korrelation in der seismischen Lagerstättenforschung.**

Die nichtlongitudinale Profilierung dient zur Verbesserung des seismischen Materials unter schwierigen seismologischen und morphologischen Bedingungen.[1] Das Verfahren weist einige Nachteile auf, wie das Auftreten von Wechselwellen und eine Verringerung der Baupräzision.

Die Erfahrung hat bewiesen, dass in einigen Fällen bei einer gleichzeitigen Verwendung der nichtlongitudinalen Profilierung und einer Gruppierung von Oberflächenexplosionen die besten Ergebnisse erzielt werden.

Petrol şi gaze **14**, H. 3 (1963), S. 113–218
DK 622.1

O. VOICU: **Die Verwendung der nichtionogenen oberflächenaktiven Stoffe bei der Erdölförderung.**

Der Aufsatz behandelt die Herstellungs-und Verwendungsweise sowie die technischen und wirtschaftlichen Vorteile eins neuen Entemulgatoren-Typs. Dies ist ein äusserst aktuelles Thema, da die rumäniche Erdöle mit immer grösseren Mengen emulgierten Wassers und Verunreinigungen gefördert werden und die gegenwärtigen Entemulgatoren für die Erdölbehandlung nicht mehr wirtschaftlich sind.

Petrol şi gaze 14, H. 3, (1963) S. 126–143
DK 665.51 : 622.276.5 : 66.092.46

A. MILIUTIN: **Einige Probleme der Tiefbohrung.**

Es werden einige für die Tiefbohrung kennzeichnende Probleme im Zusammenhang mit den eintretenden Druck-und Temperaturverhältnissen, der Verrohrung, der Grund-und Oberflächenausrüstung dargelegt. Das Problem ist aktuell sowohl vom Standpunkt der Notwendigkeit der Gewährleistung eines gesteigerten Entwicklungstempos der Kohlenwasserstoffreserven als auch der wissenschaftlichen Zwecke.

Petrol şi gaze **14**, H. 3, 1963, S. 119–125
DK 622.243

M. CONRAD und N. IOANESI: **Das Studium der Beziehungen Viskosität-Temperatur der Mineralöle.**

Der Aufsatz behandelt die Beziehung zwischen Viskosität und Temperatur, einen der wichtigsten Faktoren, der das Schmieren der beweglichen Maschinenteile beeinflusst. Die Verfasser untersuchen die wichtigsten empirischen Bestimmungsformeln zur Bestimmung der Viskositätskennziffer und einiger im Laboratorium erzielten Ergebnisse.

Petrol şi gaze **14**, H. 3 1963, S. 150–159
DK 665.521.5 : 532.536.5

SOMMAIRE

M. ALEXANDRU, R. BLUM et D. DOICIN: **L'application des profils non-longitudinaux de corrélation continue dans la prospection séismique** 113–118
A. MILIUTIN: **Certains problèmes du forage des sondes de grande profondeur** 119–125
O. VOICU: **Utilisation des substances tensioactives non-ioniques dans l'extraction du pétrole brut** 126–143
M. PIMSNER: **Méthodes modernes de séchage des gaz naturels** 144–149
M. CONRAD et N. IOANESI: **L'étude des relations viscosité – température des huiles minérales** 150–159

INFORMATIONS ÉCONOMIQUES 160–161
DOCUMENTATION 161–168

M. ALEXANDRU, R. BLUM, et D. DOICIN, : **L'application des profils non-longitudinaux de corrélation continue, dans la prospection séismique.**

Les profils non-longitudinaux servent à l'amélioration du matériel séismique, dans les conditions séismologiques et morphologiques difficiles. La méthode présente certains inconvénients tels que l'apparition des ondes d'échange et la diminution de la précision de construction.

L'expérience démontre que dans certains cas les meilleurs résultats s'obtiennent en associant l'application des profils non-longitudinaux avec le groupement dans la explosions de surface.

Petrol şi gaze **14**, 3, 1963, p. 113–118
CD 622.1

O. VOICU : **L'utilisation des substances tensioactives nonioniques dans l'éxtraction du pétrole brut.**

L'article discute la préparation, l'application et les avantages techniques et economiques d'un nouveau type de désemulsionannts. C'est un problème très actuel du fait que l'extraction de nos pétroles bruts s'effectue avec des quantités augmenties d'eau et d'impurités et que les désémulsionants actuels ne satisfont plus les éxigences des traitements appliqués aux pétroles bruts.

Petrol şi gaze **14**, 3, 1963 p. 126–143
CD 665.51 : 622.276.5 :66.092.46

A. MILIUTIN : **Certains problémes du forage des sondes de grande profondeur.**

L'auteur présente des problèmes propres au forage des sondes de grande profondeur, déterminés par les conditions de pression et de température qui inter viennent.

Il discute également les problèmes soulevés par le tubage et les outillages de fond et de surface utilisés. L'actualité du problème réside dans la nécessité d'assurer le rhytme de l'accroissement des réserves en hydrocarbures et dans les buts scientifiques poursuivis.

Petrol şi gaze **14**, 3, 1963 p. 119–125
CD 622.243

M. CONRAD et ST. IOANESI : **L'étude des relations viscosité-temperature des huiles minerales.**

L'article s'occupe de la relation viscosité-température l'un des facteurs influencant le plus le graissage des organs mobiles des machines. On analyse les principales formules émpiriques pour la détermination de la viscosité des huiles, à différentes températures les formules pour la détermination de l'indice de viscosité, ainsi que certains résultats obtenus au laboratoire.

Petrol şi Gaze **14**, 1963, nr. , p. 150–159
CD 665.2515 : 532.536.5

CONTENTS

M. ALEXANDRU, R. BLUM and D. DOICIN: **The use of nonlongitudinal profiles for the continuous correlation in the seismic prospection** 113–118

A. MILIUTIN: **Some drilling problems concerning the deep wells** 119–125

O. VOICU: **The utilization of non-ionic surface active substances in the crude oil extraction** 126–143

V. PIMSNER: **Modern methods for drying natural gases** 144–149

M. CONRAD and N. IOANESI: **The study of viscosity-temperature relations in mineral oils** 150–159

ECONOMIC NEWS 160–161

DOCUMENTATION 161–168

O. VOICU: **The use of non-ionic surface active substances in the crude oil extraction.**

The paper discusses the way of preparing and using a new type of desemulsifyiers as well as its technical and economic advantages. This is a problem of high actuality due to the fact that increasing quantities of water and impurities are being extracted with our crude oils and the presently used desemulsifyeirs no more satisfy the requirements of crude oil treatments.

Petrol şi gaze **14**, 3, 1963 p. 113–118
DC 665.51 : 622. 276.5 : 66.092.46

A. MILIUTIN: **Some drilling problems concerning the deep wells.**

The author discusses some problems peculiar to deep well drilling connected with pressure and temperature conditions, as well as different aspects concerning the tubing, the bottom and surface equipment used.

The actuality of these problems is due to the necessity of providing an adequate rate of increase for hydrocarbon reserves and to their scientifific interest

Petrol şi gaze **14**, 3, 1963, p. 126–143
CD 622.243

M. ALEXANDRU, R. BLUM, and D. DOICIN: **The use of nonlongitudinal profiles for continouos correlation in the seismic prospection.**

Nonlongitudinal profiles are of great help in improving the seismic material under hard seismological and morphological conditions. The method presents some drawbacks including the occurence of exchange waves and the reduced building accuracy.

The experience shows that best results may be obtained in some cases by associating the application of nonlogitudinal profiles with explosion grouping in surface.

Petrol şi gaze **14**, 3, 1963 p. 119–125
DC 622.1

M. CONRAD and I. IOANESI: **The study of viscosity — temperature relations in mineral oils.**

One of the most important factors affecting the oiling of moving parts namely the viscosity-temperature ratio is dealt with in this paper. The features analysed include the main empirical formulae used for determining the oil viscosity, at different temperatures, the viscosity index formulae and some laboratory results obtained.

Petrol şi gaze **14**, 1963, nr. 3, p. 150–159
CD 665.521.5 : 532.536.5

RADIORECEPTORUL

ORIZONT

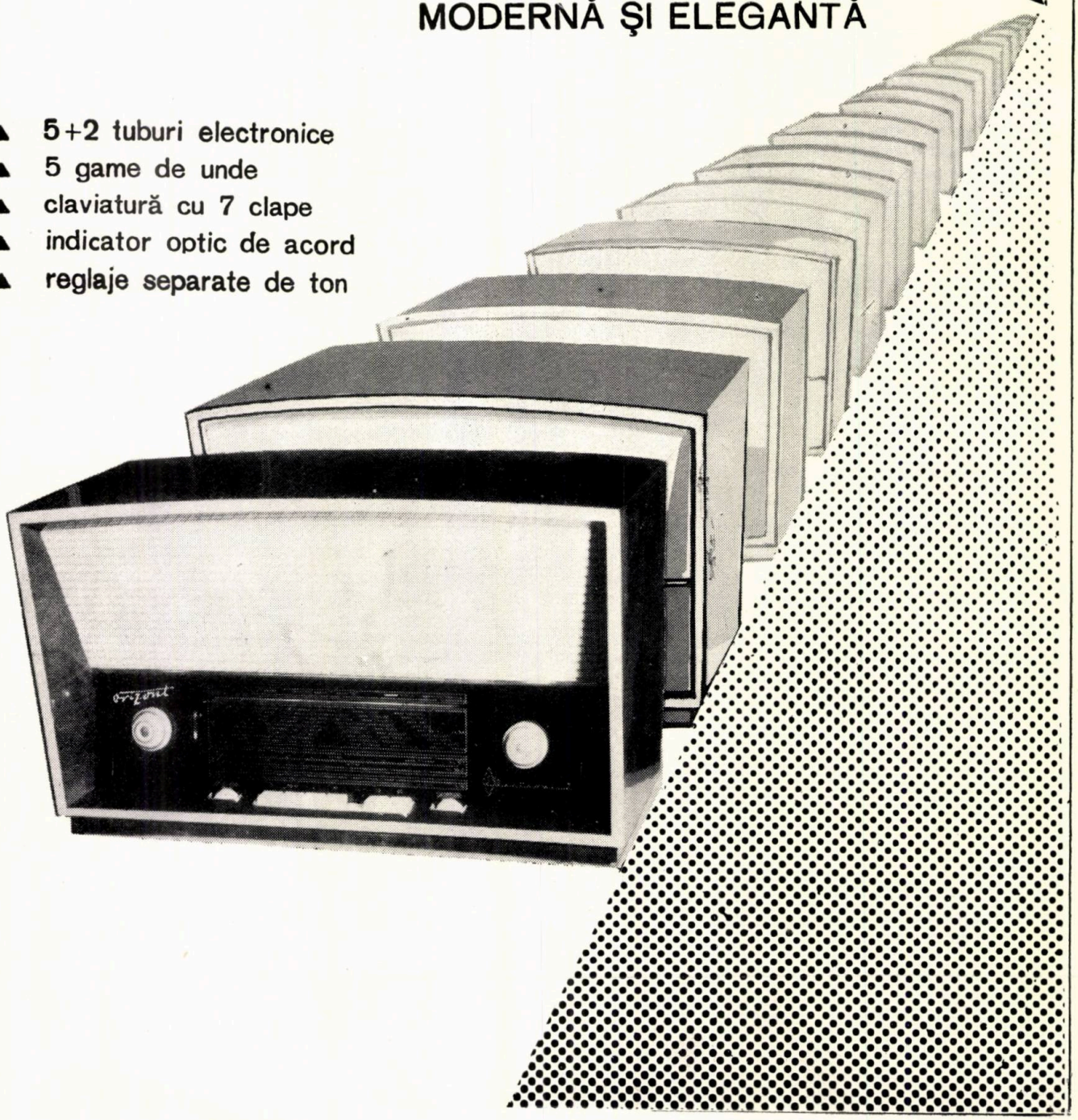
PRODUS DE UZINELE

Electronica

VĂ OFERĂ O AUDIŢIE PLĂCUTĂ
CU PERFORMANŢE SUPERIOARE

ÎNTR-O PREZENTARE
MODERNĂ ŞI ELEGANTĂ

- 5+2 tuburi electronice
- 5 game de unde
- claviatură cu 7 clape
- indicator optic de acord
- reglaje separate de ton



petrol și gaze

ANUL XIV Nr. 3 IANUARIE 1963
ORGAN AL MINISTERULUI INDUSTRIEI PETROLULUI ȘI CHIMIEI ȘI AL CONSILIULUI NAȚIONAL AL INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN R. P. R.

CZ 622.1

Aplicarea profilelor nelongitudinale de corelare continuă în prospecțiunea seismică

Ing. M. ALEXANDRU,

ing. R. BLUM

și ing. D. DOICIN

Profilele nelongitudinale de corelare continuă sînt caracterizate — ca variantă metodică — în practica prospecțiunii seismice prin aranjamentul necoliniar al punctelor de generare în raport cu aliniamentul geofonilor. Amplasarea sondelor de împușcare se face de-a lungul unui profil paralel, tinzînd pe cît posibil spre rectiliniaritate (fig. 1).

Împrejurările care determină în mod obișnuit încercarea și, în unele cazuri, adoptarea acestui sistem de lucru sînt legate de calitatea materialului seismic în prezența undelor parazitare de suprafață. Fenomenul cert al atenuării undelor superficiale cu depărtarea de sursă și posibilitatea de a întîrzia sosirea lor după dorință, prin varierea distanței profil-explozie, aduce, din acest punct de vedere, profilului nelongitudinal un avantaj neîndoielnic.

Cu toate acestea, răspîndirea în practică a acestui procedeu de lucru a întîmpinat dificultăți, înregistrînd o creștere de-abia în ultima vreme. O explicație o poate constitui ansamblul de avantaje și dezavantaje pe care profilul nelongitudinal le aduce, în comparație cu profilarea obișnuită coliniară, din care citățm :

— atenuarea undei superficiale prin distanța geofon — explozie ;

— separarea (întîrzierea) acesteia, față de undele utile, printr-o alegere judicioasă a aceleiași distanțe ;

— apariția sub formă de simfază hiperbolică a undei superficiale și, ca atare, micșorarea domeniului acesteia pe seismogramă ;

— degajarea forajului seismic de necesitatea accesului la profilul de înregistrare, necesară atît în cazul unui relief accidentat cît și pentru alegerea unor condiții de generare mai favorabile ;

— problemele suplimentare de calcul și reducerea preciziei rezultatelor ;

— creșterea volumului de lucrări pentru studiul zonei superficiale ;

— favorizarea apariției undelor refractate și transversale ;

— organizarea mai complicată a lucrărilor de teren.

Dificultățile survenite în operațiile de teren și în procesul de interpretare sînt fără îndoială neesențiale. Adoptarea unui procedeu de lucru mai complicat decît cel obiș-

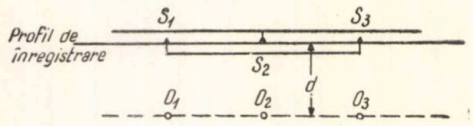


Fig. 1. Dispozitiv de profilare continuă nelongitudinală: S – centrul dispozitivului de geofoni; O – sonde de împușcare; d – distanța între profilul de înregistrare și celelalte sonde.

nuit este, în cazul de față, legată de posibilitatea îmbunătățirii materialului seismic. Profilarea nelongitudinală complică procesul producției, necesită experimentări susținute și nu constituie în absolut toate cazurile cheia rezolvării problemelor puse, dar trebuie folosită, deoarece duce direct la reducerea „suprafețelor lipsite de reflexii". Afirmația este justificată cel puțin prin paralelism cu răspîndirea pe scară largă a grupărilor de sonde și geofoni, ale căror rezultate de asemenea nu compensează întotdeauna o serie de complicații tehnice și randamentul mai scăzut al lucrărilor.

CONSIDERAȚII PRIVIND TEHNICA DE TEREN

Parametrul specific profilului nelongitudinal este distanța explozie-profil de înregistrare, notată în figura 1 cu d. Alegerea lui, împreună cu ansamblul celorlalți parametri (mărimea încărcăturii, adîncimea de explozie, distanța dintre geofoni etc.), se face pe baza unui program experimental. Acest program cuprinde tabloul ondular în zona de lucru, realizat prin împușcare longitudinală, în scopul unei identificări a elementelor utile și a celor care compun zgomotul.

Tabloul ondular trebuie extins pînă la o distanță suficientă, pentru o justă alegere a distanței d. Această distanță va permite atenuarea undelor superficiale, neputînd fi însă prea mare pentru a nu lărgi domeniul de apariție a refracțiilor și a undelor de tip PS generate la limitele de contrast situate la adîncimi relativ mici.

O serie de înregistrări nelongitudinale în condiții efective de lucru stabilesc definitiv distanța optimă. În figura 2 sînt prezentate patru seismograme obținute prin explozii la 0, 200, 400 și 600 m de profil, care au justificat alegerea distanței optime de 600 m.

CONSIDERAȚII PRIVIND METODICA DE INTERPRETARE A DATELOR

a) **Construcția orizontului reflectator.** În figura 3 sînt înfățișate elementele geometrice ale unei înregistrări nelongitudinale deasupra unui strat cu următorii parametri de poziție: φ = unghiul înclinării corespunzătoare liniei de cea mai mare pantă (L_2); θ = azimutul liniei de cea mai mare pantă; h_0 = adîncimea pe direcție normală la strat în punctul de explozie O. Aliniamentul geofonilor este notat cu L_1. Imaginea sursei O se proiectează pe planul $[Z = 0]$ în punctul O''.

Expresia hodografului nelongitudinal L_1 (0) este:

$$V^2 t_a^2 = x^2 - 4h_0 \sin\varphi\,(x\cos\theta + d\sin\theta) + 4h_0^2 + d^2 \qquad (1)$$

Hodograful longitudinal $L_y(M)$ este exprimat prin relația:

$$V^2 t_y^2 = x^2 - 4x\,(h_0 - y\sin\theta\sin\varphi)\sin\varphi\cos\theta + 4\,(h_0 - y\sin\theta\sin\varphi)^2, \qquad (2)$$

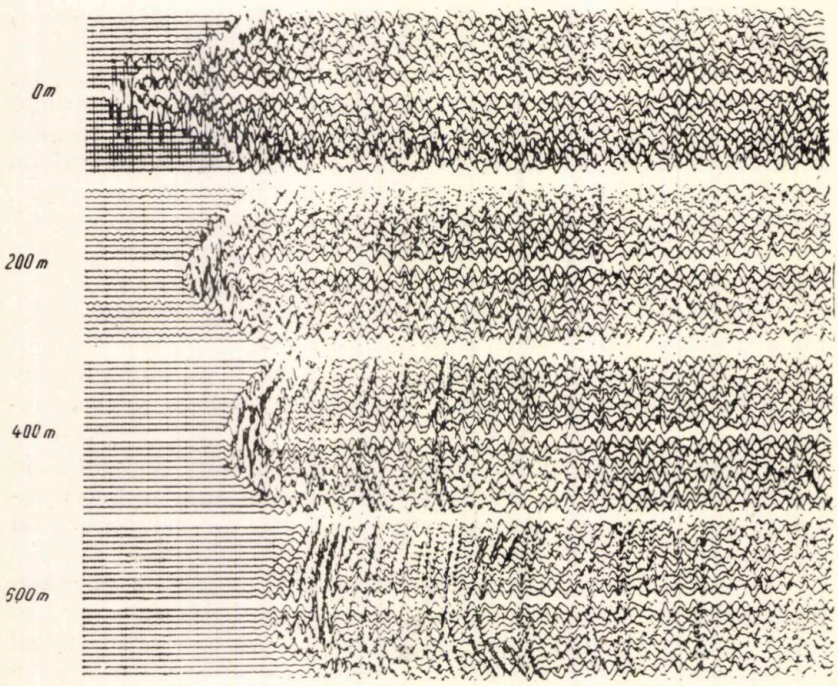


Fig. 2. Comparație între împușcarea centrală și împușcările cu diferite distanțe (după Millouet).

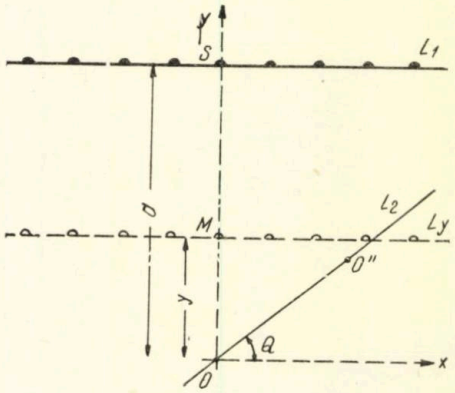


Fig. 3.

care pentru $y = \frac{d}{2}$ se poate pune sub forma :

$$V^2 t^2 = V^2 t_a^2 - d^2 + 2d \sin^2 \varphi \sin\theta \left(x \cos\theta + \right.$$
$$\left. + \frac{d}{2} \sin\theta \right) \qquad (3)$$

în care :

t_a este timpul hodografului nelongitudinal L_1 (0) ;

t_y — timpul hodografului longitudinal L_y (M).

Aproximația :

$$V^2 t^2 \approx V^2 t_a^2 - d^2$$

este acceptabilă cînd profilul de înregistrare L_1 este orientat de-a lungul liniei de cea mai mare pantă (θ suficient de mic) și avantajată de înclinarea mică (φ) a stratului reflectator. Hodograful observat L_1 (0) se poate transforma în acest mod într-un hodograf de tip longitudinal corespunzător ca poziție mijlocului distanței explozie-profil. Transformarea se face pe cale geometrică (fig. 4) cu ajutorul punctelor ajutătoare F_1, F_2 etc., astfel încît $G_1 F_1 = G_2 F_2 = \ldots = d/\bar{V}$. Viteza medie $\bar{V}$ aparține reflexiei considerate. Din punctele F_1, F_2 etc. se descriu arce de cerc cu razele t_a care intersectează ordonatele hodografului observat în noile ordonate t, reprezentînd hodograful longitudinal la mijlocul distanței $\overline{OS}$, care poate fi prelucrat cu metodele obișnuite, ca de exemplu metoda intersecției [4].

Construcția segmentului reflectator este realizabilă și prin procedeul liniarizării ; pentru aceasta se pornește de la expresia hodografului timpilor normali t_0 (x) :

$$t_0(x) \approx \sqrt{t^2(x) - \frac{x^2}{V^2}} \qquad (4)$$

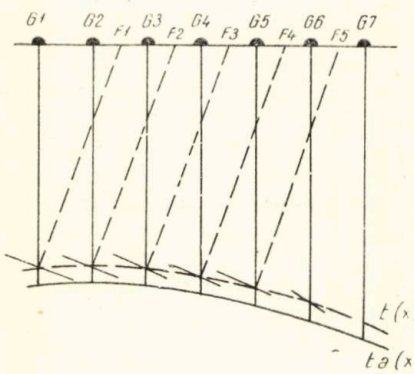


Fig. 4. Construirea hodografului longitudinal :

1 — segmentele $G_i F_i = \frac{d}{V}$ sînt luate la scara verticală.

în care :

t (x) este timpul geofonului cu abscisa x în condițiile împușcării longitudinale ;

t_0 (x) — timpul corespunzător adîncimii normale la strat, în dreptul geofonului x.

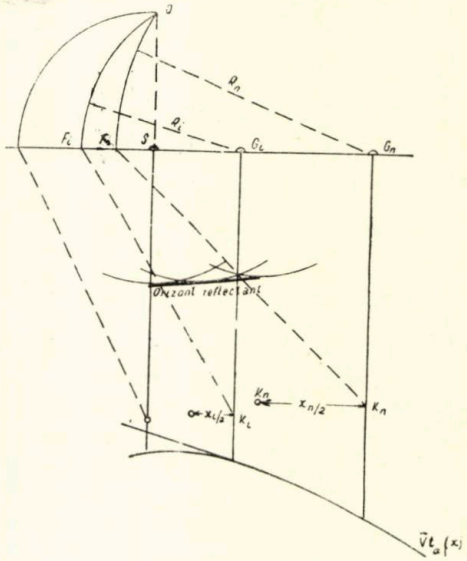


Fig. 5. Construirea orizontului reflectator prin liniarizare.

Atunci, ținînd seama de (4) :

$$t_0(x) = \sqrt{t_a^2 - \frac{d^2 + x^2}{V^2}} \qquad (5)$$

sau, pentru a obține adîncimea normală la strat :

$$h_0(x) = \frac{1}{2}\sqrt{V^2 t_a^2 - d^2 - x^2} = \frac{1}{2}\sqrt{V^2 t_a^2 - R^2}. \qquad (6)$$

Această formulă a fost propusă pentru prima dată de I. A. Dikhof.

Construcția se face după trasarea prealabilă a curbei Vt_a (x), prin înmulțirea fiecărui timp înregistrat cu viteza medie aferentă reflexiei respective. Procedeul de lucru este arătat în figura 5, fiind asemănător cu cel reprezentat în figura 4, cu deosebirea că segmentul $G_i F_i = \frac{d}{V}$ se înlocuiește cu segmentul $\overline{G_i O} = R = \sqrt{d^2 + x^2}$. Acest principiu se aplică în prelucrarea magnetogramelor pentru corecție dinamică, la hodografii longitudinali ($d = 0$). Ea poate fi generalizată fără dificultăți la profilele nelongitudinale. Limita reflectatoare corespunde învelitoarei tangente la arcele de cerc construite cu razele $h_0(x)$. Procedeul expus mai poartă denumirea de metodă a circumferințelor [4].

b) **Viteza medie.** Construirea reflexiilor de la mică adîncime se face ținînd seama de oblicitatea pronunțată a razei seismice, atît sub aspectul vitezei adoptate în calcul cît și în ceea ce privește structura corecției statice. La stabilirea vitezei se aplică o corecție

reprezentată prin sinusul unghiului de emergență (e) aferent geofonului S:

$$\sin e = \sqrt{1 - \frac{d^2}{V^2 t_{as}^2}} \qquad (7)$$

în care:

t_{as} este timpul înregistrat la geofonul S (fig. 3);

V — viteza extrasă din curba seismocarotajului $V = V\ (t_{as})$.

Valoarea vitezei care se introduce în calcul este:

$$\overline{V} = \overline{V}\ (t_{as} \sin e),$$

reprezentînd viteza extrasă din curba de seismocarotaj la timpul din paranteza expresiei de mai sus. Corecția de oblicitate pentru viteză își pierde practic importanța la reflexiile provenite de la adîncimi mari.

c) **Corecția statică.** Reducerea datelor de observație la un plan de referință se poate face pe o cale simplă, scăzînd timpul vertical caracteristic fiecărui geofon (fig. 6):

$$\Delta t_i = \frac{h_1}{V_1} + \frac{\Delta h_0 + \Delta h_1}{V_2}.$$

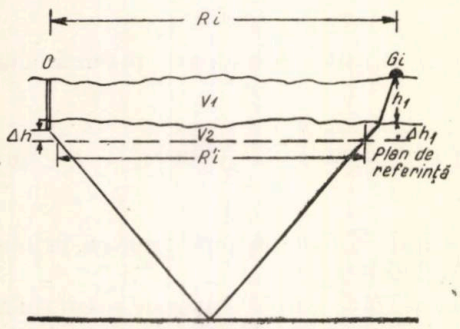


Fig. 6.

Distanța explozie—geofon (R) se corectează cu mărimea:

$$\delta R = -\frac{R}{\overline{V}t}\left(h_1 \frac{V_1}{V_2} + \Delta h_0 + \Delta h_1\right)$$

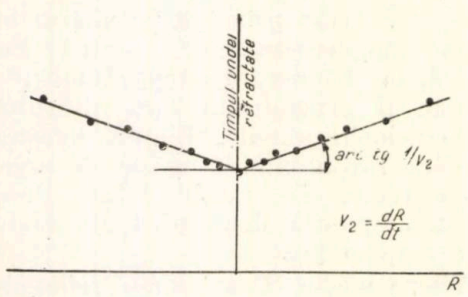


Fig. 7. Determinarea vitezei în roca vie.

astfel încît în construcție intervine în final cantitatea:

$$R' = R - \delta R.$$

Hodograful refracției la limita zonei de alterație oferă uneori posibilitatea determinării vitezei din roca vie. Acest hodograf se construiește cu variabila R în abscisă (fig. 7).

CONSIDERAȚII PRIVIND EFICIENȚA METODEI

Cele arătate mai sus duc la concluzia că metoda profilării nelongitudinale poate fi utilizată cu bune rezultate în scopul diminuării undelor superficiale și implică posibilități de obținere a unor condiții de generare și recepție mai favorabile. Procedeul nu este însă lipsit de inconveniente. Trecînd cu vederea pe acelea legate de complicațiile înregistrării și calculelor, o atenție specială trebuie acordată influenței distanței explozie—profil asupra materialului seismic.

Experiența dovedește că undele parazitare de suprafață sînt în general de două tipuri:

a) unde superficiale propriu-zise (Raleigh), cu viteze de propagare foarte mici, a căror amplitudine scade rapid în adîncime;

b) oscilații provocate de undele transversale generate prin explozie, care se propagă

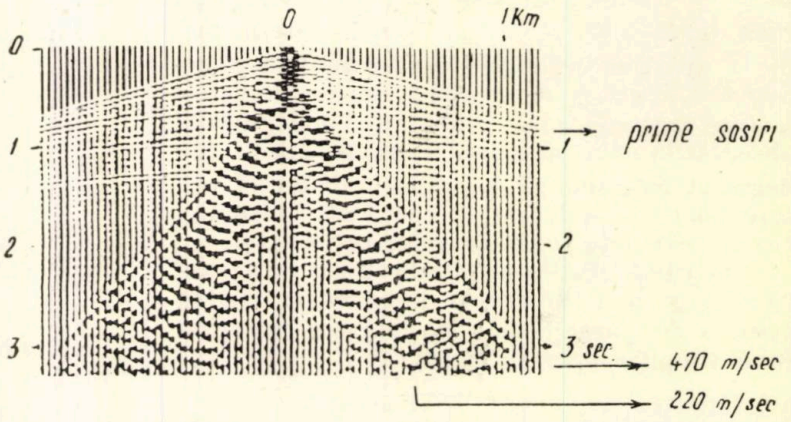


Fig. 8. Unde parazitare de suprafață (după J. G. Hagedoorn).

în roca vie cu o viteză depinzînd de caracteristicile elastice ale acesteia și cu propietăți dinamice apropiate de acelea ale undelor utile.

Cele două tipuri de unde apar evident în figura 8, unde se disting în succesiune: primele sosiri (undele refractate), undele transversale (conul exterior) și unda superficială propriu-zisă (conul intern). Undele transversale se atenuează cu distanța într-o măsură mai mică decît cele strict superficiale, constituind pentru acest motiv un fond de zgomot suplimentar și cu caracter pronunțat de incoerență în profilarea nelongitudinală.

Mărirea distanței duce inevitabil la apariția undelor reflectate de tip PS, generate de limitele reflectatoare de la adîncimi mici. Aceste „reflexii" creează orizonturi false în urma tratării lor cu mijloacele de interpretare obișnuite. Efectul nefavorabil al măririi distanței explozie—dispozitiv de recepție a fost,

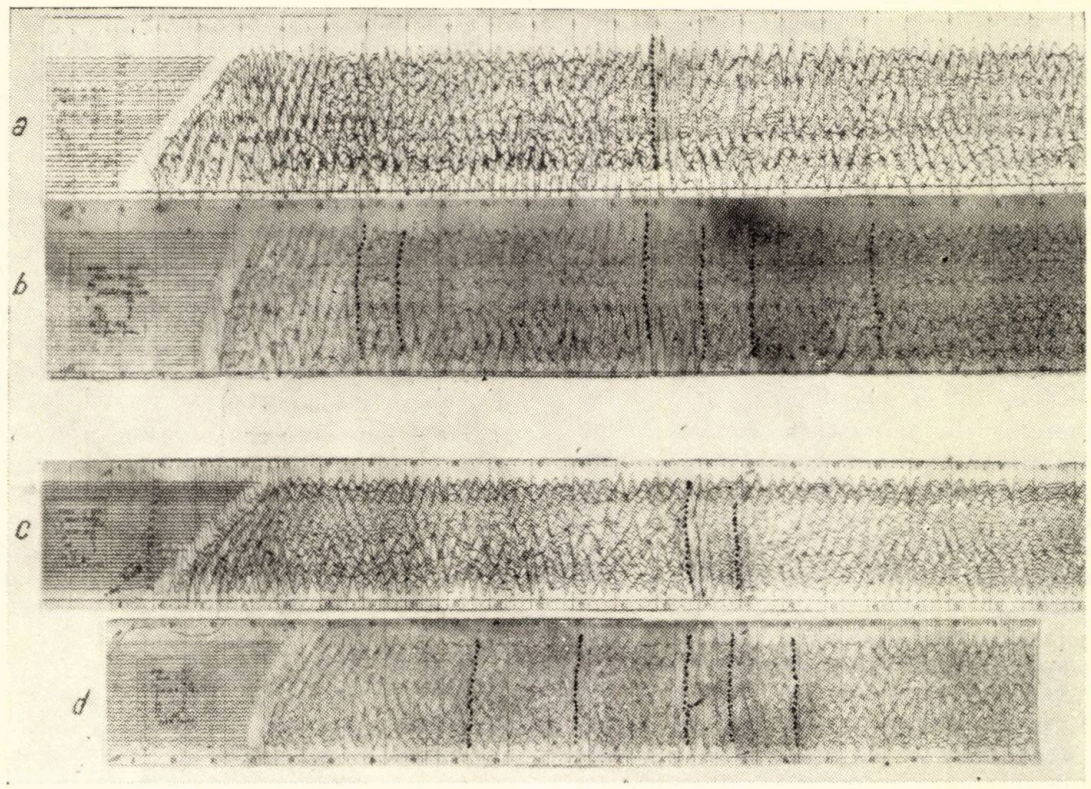


Fig. 9. Comparaţie între înregistrări longitudinale (*a*, *c*) şi înregistrări nelongitudinale (*b*, *d*) în Platforma Moldovenească.

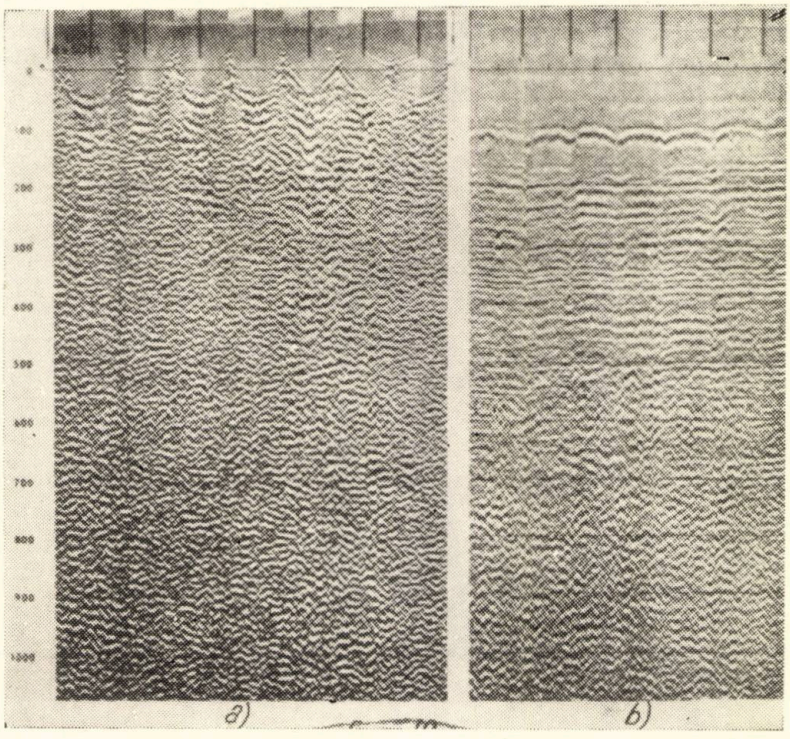


Fig. 10. Comparaţie între împuşcarea longitudinală şi nelongitudinală cu grupare de sonde (după Millouet).

a – împuşcare longitudinală din 100 de găuri la adîncimi de 1 m; *b* – împuşcare nelongitudinală la distanţe de 600 m, din 96 găuri la 1 m.

din acest punct de vedere, studiat şi relatat de Hagedoorn. Acest efect trebuie extins de altfel asupra înregistrărilor spaţiale în general.

O altă consecinţă a măririi distanţei explozie—profil este reducerea preciziei interpretării, atît ca urmare a nerealizării condiţiei de amplasare a profilului de-a lungul liniei de cea mai mare pantă, cît şi datorită curburii razei seismice. Eroarea de construcţie legată de curbura razei seismice creşte considerabil la distanţe mari, pentru orizonturile de mică adîncime.

Aceste aspecte au determinat ca în practică distanţele folosite să nu depăşească 600 m.

Un exemplu de împuşcare cu ecart de 600 m este arătat în figura 9, materialul aparţinînd unei lucrări executate în Platforma Moldovenească. Seismogramele cu indicativele *a* şi *c* sînt obţinute prin împuşcare longitudinală, iar cele notate cu *b* şi *d* corespund împuşcării nelongitudinale.

Concluzia care se desprinde este că profilarea nelongitudinală nu trebuie considerată o reţetă exclusivă în zonele sărace în material seismic. Experienţa unor lucrări, ca, de exemplu, cele din Bazinul Parisului, a arătat că soluţia trebuie căutată în aplicarea laolaltă, pe baza unui program experimental sistematic, a grupărilor de sonde şi a profilării nelongitudinale, precum şi a altor procedee; se citează experienţele efectuate într-o serie de zone cu condiţii de suprafaţă dificile pentru prospecţiunea seismică, create de bancuri de calcare şi gresii la mică adîncime. Existenţa undelor parazite, favorizate de prezenţa în apropierea suprafeţei a formaţiunilor de mare viteză, unde care n-au putut fi eliminate prin filtraj, a impus folosirea grupărilor de sonde. Grupările au dat în unele regiuni rezultate satisfăcătoare dar metodica optimă în condiţiile lucrării citate s-a dovedit împuşcarea în sonde grupate la 600 m distanţă de profil.

Figura 10 arată comparaţia dintre o împuşcare centrală şi o împuşcare cu ecartament, folosind o grupare amplă de sonde. A doua secţiune este satisfăcătoare în timp ce prima este total lipsită de valoare.

Alte încercări, ca: acoperirile multiple, introducerea geofonilor în găuri săpate în placa de calcar, unde cilindrice, nu au dat rezultate.

Problema obţinerii de material seismic în zonele cu fond de unde parazitare nu cunoaşte în general soluţii unice şi radicale. Ameliorarea calităţii rezultatelor se obţine cu mai multe şanse de reuşită, prin metodici complexe în cadrul cărora procedeul depărtării exploziei de profil poate avea un aport esenţial.

BIBLIOGRAFIE

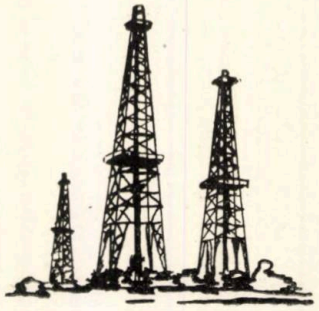
[1] Hagedoorn, J. G. *In pursuit of the errant seismic pulse.* Geophysical prospecting nr. 2, 1962.

[2] Koriaghin, V. V. şi Sokolov, A. F. *O poperecinom profilirovannii v metode otrajennih voln.* Razvedocinaia i promîslovaia gheofizika, nr. 40, 1961.

[3] Millouet, J. *Problèmes posés à la sismique dans la région parisienne.* Geophysical prospecting nr. 1, 1961.

[4] Puzirev, N. N. *Interpretaţia dannîh seismorazvedki metodom otrajennîh voln.* Gostoptehizdat, 1959.

[5] Savarenski, E. F. şi Kirnos, D. P. *Elementi seismologhii i seismometrii.* G.T.T.L., 1955.



CZ 622.243

Unele probleme de foraj al sondelor la mare adîncime

Ing. A. MILIUTIN

Dezvoltarea continuă şi planificată a economiei socialiste prevede reproducerea în ritm crescînd a mijloacelor de producţie în scopul lărgirii bazei materiale şi a bunurilor de consum, al îmbunătăţirii continue a nivelului de trai al oamenilor muncii.

Una dintre condiţiile principale de îndeplinire a acestor deziderate constă în descoperirea şi punerea în valoare a resurselor naturale în proporţii din ce în ce mai mari.

Ţiţeiul şi gazele naturale constituie materii prime energetice de prim ordin, iar domeniile de utilizare a produselor lor de sinteză cvasinelimitate se lărgesc de la o zi la alta. Paralel cu aceasta cresc şi cerinţele respective.

Rezervele mondiale de aceste substanţe minerale care pot fi evaluate sînt mari, dar nu şi nelimitate.

După L. G. Weeks rezervele potenţiale mondiale de ţiţei recuperabil prin metodele cunoscute sînt de circa 428 mld. t, iar acelea de gaze de 158, 8 mld. t convenţionale. Nu este lipsit de interes în această privinţă faptul că în referatul ţinut la adunarea membrilor Asociaţiei geologilor şi petroliştilor din Kansas în anul 1960, au fost prezentate unele date referitoare la resursele de combustibil ale globului pămîntesc. Se presupune că se pot extrage circa 550 mld. m^3 de combustibil lichid, din care 230 mld.m^3 prin recuperare secundară şi circa 170 000 mld.m^3 gaze. Din şisturile bituminoase se pot extrage circa 1 900 mld.m^3 de combustibil lichid. În afară de aceasta rezervele mondiale de cărbuni se evaluează la circa 6 350 mld. t. Cifrele corespunzătoare pentru S.U.A. : ţiţei în total de 73 mld.m^3, din care prin recuperare secundară 30 mld. m^3, gaze 28,5 mld.m^3, combustibil lichid din şisturi bituminoase 320 mld. şi cărbune 18 144 mld. t. Mărirea adîncimilor de foraj, după părerea referentului, nu va duce la creşterea mai importantă a rezervelor de ţiţei şi gaze.

După unele surse capitaliste utilizarea resurselor energetice în țările capitaliste va crește în 1970, în comparație cu 1960, în felul următor* :

	% **		±
	1960	1970	
Țiței	43 17,19 mld. t	46 10,31 mld.t	+3 +140mld. dolari
Gaze naturale	15	30	+5
Cărbune	34	26	−8
Hidrocentrale și centr. atomice	8	8	0
S.U.A.	Mil.t/zi		+
Țiței	1,333	1,730	2,7
Gaze naturale	0,839	1,547	5,7
Hidrocarburi în general	2,172	3,187	4,0
Țările capitaliste (fără S.U.A.)			
Țiței	1,280	2 310	6,10
Gaze naturale	0,096	0,378	14,3
Hidrocarburi în general	1,376	2,688	7,0

** Din consumul general de energie, care va crește în 10 ani cu 33%.

În cazul stabilizării consumului la nivelul cifrelor de control prevăzute pentru anul 1975, aceste rezerve ar urma să fie epuizate în circa 300 de ani la țiței, respectiv 200 de ani la gaze.

Este evident însă că ritmul de creștere a consumului de hidrocarburi nu se va stabiliza. El va crește cel puțin în progresie aritmetică, și în acest caz perioadele arătate se vor reduce cu circa 2/3, confirmîndu-se astfel estimarea făcută de Consiliul Economic și Social al O.N.U. (1952), după care în anul 2050 supremația în domeniul energetic nu va mai aparține combustibililor minerali în general: solizi și lichizi.

Legile generale de repartizare a combustibililor minerali în scoarța terestră sînt aproximativ identice, și greutățile ce se ridică în calea intensificării exploatării lor în adîncime sînt valabile atît pentru cele solide cît și pentru cele lichide și gazoase. Aceste greutăți vor constitui, probabil, limita de acțiune în cazul exploatărilor unde prezența omului este indispensabilă, adică în cazul minelor de cărbune, bineînțeles dacă între timp nu se vor definitiva procedeele de valorificare subterană directă.

Factorul de adîncime care în prezent influențează în mod negativ dezvoltarea în profunzime a exploatărilor carbonifere constituie explicația faptului că ritmul de consum anual de combustibili solizi crește mult mai lent în comparație cu consumul de combustibili lichizi și gazoși.

Tabela 1

CONSUMUL DE COMBUSTIBILI*

Materia pr'mă	Consumul anual de comb. mil. t conv.				
	1955	1958	1959	1975	+ %
Cărbune	947	856,8		1 255	32,5
Țiței	562,3	648,4	977	1 300	130,0
Gaze naturale	278,8	310,0		665	138,0

* S.U.A. și Europa Occidentală.

Faptul că pătrunderea omului în zăcămînt în cazul sondelor nu este posibilă și nici necesară, face ca exploatarea combustibililor lichizi și a gazelor să se poată efectua în condiții tehnice și economice mai convenabile.

Aceste avantaje, în combinație cu cele de transport și de utilizare, ne dau explicația ritmului de creștere vertiginos a consumului de hidrocarburi.

În anii care au urmat celui de-al doilea război mondial, cerințele de țiței și produsele sale au crescut și continuă să crească. Astfel în perioada 1945—1955, producția mondială de țiței a crescut cu 45%. Între 1949 și 1959 ea a crescut mai mult decît de două ori (2,08), ritmul de creștere anuală medie fiind de 7%.

În anul 1959, în U.R.S.S., S.U.A. și Orientul Mijlociu producția de țiței a crescut cu cîte 16,5 mil. t, iar în Venezuela cu 8,5 mil. t. Brusc s-a ridicat producția de țiței și gaze în Sahara, unde introducerea în exploatare a conductei magistrale cu diametrul de 600 mm pentru transportat țiței din noile regiuni petroliere (Hassi Mesaoud, Engele, Zarzetin) spre porturile Mării Mediterane a provocat creșterea producției pînă la 10 mil. t în anul 1960.

Pentru a putea ajunge la această creștere numărul sondelor în foraj a crescut aproape cu 110%, iar volumul total de foraj realizat în aceeași perioadă a fost cu 145% mai mare față de aceeași perioadă din trecut.

Astfel în anul 1958, în toată lumea s-au săpat 58 850 sonde, cu un total de 73 mil. m. În anul 1945 recordul de adîncime a fost de 5 100 m, iar după 10 ani el a ajuns la 7 000 m. În anul 1960 recordul de adîncime se apropie de 8 000 m.

Pentru a menține ritmul de creștere continuă a producției de țiței este necesar ca atît numărul sondelor cît și adîncimea lor să crească din ce în ce mai mult.

În prezent noțiunea de sondă adîncă sau de mare adîncime presupune profunzimea la care se poate ajunge în condiții de dezvoltare actuală a tehnicii și tehnologiei forajului.

* Oil and gas J. 1961, 50, nr. 42, 78. „Contion marks forecast of oil growth".

Ea este condiționată și de nevoile imediate sau apropiate ale societății. Ca urmare, adîncimea maximă a sondelor variază de la o țară la alta și chiar de la o regiune la alta. Astfel, în prezent la noi se consideră ca sonde adînci cele de 3 000—3 500 m, iar de mare adîncime cele de 4 500 — 6 000 m. În U.R.S.S. și S.U.A. se sapă sonde de 5 000—8 000 m și se proiectează forajul sondelor de 10 000—15 000 m.

Scopul principal al acestor foraje continuă să rămînă căutarea substanțelor minerale utile și în principal a hidrocarburilor lichide și gazoase, dar o dată cu aceasta se ridică și probleme de ordin științific, fără utilitate practică imediată.

Ca urmare a acestei situații, a apărut nevoia săpării sondelor de mare adîncime, avînd ca obiectiv inițial lămurirea unor probleme geologice generale, cu posibilitate de lămurire a adîncimii maxime de zăcămînt a acumulărilor de hidrocarburi, iar o dată cu aceasta, dacă va fi posibil, traversarea scoarței terestre și pătrunderea în mantie.

Indiferent de scopul care se urmărește, se pot pune în mod firesc următoarele întrebări:

1) Care sînt greutățile ce pot apărea în timpul forajului sondelor de mare și foarte mare adîncime și cum se pot înlătura?

2) Cum trebuie săpate sondele de mare adîncime (7 000 sau 15 000 m) ca scopul urmărit să se poată atinge cu siguranță și să se obțină informații geologice de calitate?

3) Ce măsuri de ordin științific, tehnic și organizatoric trebuie elaborate pentru asigurarea succesului la forajul sondelor de mare adîncime, care, după cum ne putem da seama, vor fi foarte costisitoare?

Pentru a putea răspunde cu suficientă exactitate la aceste întrebări, diferite organizații cu caracter tehnico-științific lucrează în direcțiile necesare pe plan mondial de mai mulți ani. Ca rezultat al acestei activități se pot da de pe acum unele răspunsuri, se pot prevedea cu suficientă precizie greutățile.

În mod cert, la sondele de mare adîncime se vor întîmpina dificultăți datorite în primul rînd presiunilor și temperaturii înalte.

Este cunoscut că fluidele din porii rocilor colectoare se află în mod normal sub presiune hidrostatică. În multe cazuri, însă, presiunea de zăcămînt poate întrece cu mult presiunea hidrostatică, ajungînd la limita superioară pînă la nivelul presiunii litostatice. Această presiune reflectă starea de solicitare la compresiune totală existentă în masivul respectiv. În unele cazuri, acest cîmp de sarcini se poate însă amplifica sau complica de unele forțe suplimentare de origine geotectonică.

Plecînd de la cele două limite, s-au calculat presiunile hidrostatică și litostatică posibile la o sondă de 15 000 m care în stadiul actual al tehnicii forajului se consideră a fi un obiectiv realizabil.

Admițînd că gradientul de presiune este 1,07, presiunea hidrostatică la 15 000 m va fi de 1 605 kgf/cm^2.

Admițînd mai departe că greutatea specifică a rocilor crește proporțional cu adîncimea, atunci la 15 km ea va trebui să fie de cca. 2,75 kg/dm^3, iar presiunea litostatică respectivă de 4 163 kgf/cm^2.

Cum greutatea specifică a fluidului de foraj în condiții normale trebuie să asigure o contrapresiune pe strat cu 10—20% mai mare decît presiunea presupusă a stratului înseamnă că în asemenea caz va fi necesar un noroi cu $\gamma = 1{,}15 - 1{,}20$ kg/dm^3, iar în condiții anormale — noroi cu mult mai greu, a cărui greutate specifică ajunge pînă la 2,4 kg/dm^3 și chiar mai mult. În cele două cazuri, presiunile exercitate de coloanele de fluid respective vor fi 1 800 și 3 600 at.

Sub asemenea presiuni, apropiate de cele litostatice, apare pericolul fisurării formațiunilor din profilul sondei și al pierderii masive a fluidului de foraj. Aceste fisuri nu se pot închide în mod obișnuit, întrucît oricare dintre măsuri, de exemplu cimentarea, va duce la o nouă fisurare. Pe de altă parte, la reducerea greutății specifice a fluidului de foraj apare pericolul manifestărilor și al avariilor.

Determinarea presiunii maxime admisibile într-o sondă de mare adîncime, adică alegerea greutății specifice admisibile pentru fluidul de foraj, constituie o problemă complexă, de care s-au ocupat mai mulți cercetători în legătură cu teoria fisurării hidraulice. Studiind starea de tensiune a rocilor, ei au stabilit că toate rocile sînt supuse la o solicitare triaxială, a cărei rezultantă verticală o constituie greutatea rocilor suprapuse (presiunea rocilor). Rezultantele orizontale, datorită parțial reacțiunii rocilor la compresiune verticală și parțial presiunii geotectonice, pot fi mai mici sau mai mari decît presiunea rocilor. Ca urmare a procesului de dislocare mecanică sub acțiunea sapei și a presiunii fluidului de foraj, echilibrul natural al masivului se deranjează, apar fisurile, iar rocile încep să cadă în deschiderea săpată. Direcția fisurilor trebuie să fie perpendiculară pe sensul de solicitare minimă. Prin urmare, dacă presiunea verticală a rocilor suprapuse este sub valoarea oricăreia dintre rezultantele orizontale ale presiunii, atunci fisurile ce se formează trebuie să fie orizontale. Presiunea fluidului de foraj necesară pentru fisurare trebuie să fie cel puțin egală cu presiunea rocilor suprapuse. Dacă însă presiunea minimă este orizontală fisurile verticale se formează atunci cînd presiunea fluidului de foraj este sub valoarea

celei din primul caz, adică atunci cînd greutatea specifică a fluidului de foraj este cu mult mai mică decît greutatea specifică a rocilor. Acest fapt a fost confirmat prin rezultatele practice obținute la sonde.

Metodele de foraj fără complicații al sondelor de mare adîncime depind așadar de caracteristicile geologice ale structurii și de profilul (secțiunea) formațiunilor, precum și de condițiile de manifestare a presiunilor de strat anormale. Dacă presiunea de zăcămînt este mare, dar nu trece de 80—90% din presiunea litostatică, iar condițiile tectonice sînt de așa natură încît direcția sarcinii de încărcare este verticală și, ca urmare, fisurile se pot produce în plan orizontal, atunci sonda se poate săpa cu noroi de foraj cu o greutate specifică care să asigure în sondă o contrapresiune mai mare decît presiunea zăcămîntului, dar mai mică decît aceea litostatică.

În cazul cînd presiunea zăcămîntului este apropiată de aceea litostatică, procedeele normale de foraj devin inoperante. Dacă în asemenea cazuri orizontul cu presiune înaltă zace sub un acoperiș sigur (impermeabil), deasupra căruia nu sînt alte formațiuni cu presiuni anormale, sonda se poate tuba pînă aproape de acoperișul stratului, urmînd ca acesta să fie deschis (săpat) după aceasta.

Deosebit de dificil este cazul cînd deasupra stratului care constituie obiectivul forajului se află alte orizonturi cu presiuni de zăcămînt apropiate de presiunea litostatică. Metode sigure pentru forajul sondelor în asemenea condiții nu sînt cunoscute.

Existența unor presiuni diferențiale importante într-o sondă de mare adîncime poate constitui cauza și a altor dificultăți, dintre care creșterea rapidă a coeficientului de frecare pînă la valori prohibitive și pericolul de prindere a garniturii de foraj ca rezultat al diferențelor mari de presiuni între formațiune și sondă sînt foarte importante și greu de rezolvat. Pentru a reduce aceste efecte negative se prevede necesitatea tratării fluidelor de foraj cu substanțe tensioactive speciale.

Se știe că forabilitatea rocilor se reduce pe măsură ce adîncimea sondelor crește. Aceasta ca urmare a faptului că la adîncimi mari rocile care sînt friabile în condiții normale devin plastice în condițiile unor presiuni înalte, greu dislocabile cu instrumente cunoscute, fie ele chiar sape cu role de construcție specială. De aceea, în prezent se lucrează la elaborarea și perfecționarea sapelor de tip nou, și în primul rînd a sapelor cu diamante.

Se consideră că la sondele de mare adîncime temperatura se va putea ridica pînă la 470—500°C. Aceasta este motivată prin faptul că cel puțin de la început forajele de mare adîncime se vor efectua în bazine de roci sedimentare, fără surse de căldură sub formă de roci eruptive de intrusiune sau masive de sare, fiind constituite în mare parte din gresii și șisturi cu calcare, dolomite cu șisturi și sedimente în general nesupuse reacțiilor exotermice.

Deși aparent nu prea înalte, asemenea temperaturi vor constitui totuși impedimente serioase, în special pentru fluide de foraj, ciment și garnituri de etanșare din sistemul de circulație și motoare de fund, în cazul cînd acestea se vor putea utiliza la adîncimi mari.

Deocamdată, practica forajului sondelor la adîncimi pînă la 8 000 m a confirmat posibilitatea realizării fluidelor de foraj care rămîn stabile la temperaturi pînă la 240°C și presiuni de 1 400 at. Mai rezistente în asemenea condiții sînt fluidele de foraj tratate cu substanțe tensioactive neionogene, de exemplu cu poliacrilații de sodiu în proporție de 0,3—0,7%.

Sonda 1 EE University s-a săpat pînă la adîncimea de 7 723 m cu fluide de foraj cu conținut de solide redus, tratate cu carboximetilceluloză care își păstrează bine stabilitatea la temperaturi de peste 100° C și presiuni de cîteva sute de atmosfere ; o altă sondă cu adîncimea de 7 392 m (5 Rumberdge) s-a săpat cu noroi preparat din distilat ușor de țiței, cu adaos de asfalt oxidat și unele substanțe tensioactive drept emulgatori și peptizatori. Avantajul unui asemenea fluid constă în viscozitatea redusă la temperaturi și presiuni înalte.

Pentru cimentarea coloanelor la aceste sonde s-au utilizat cimenturi speciale cu inhibitori de priză pe bază de carboximetilhidroxietilceluloză, cu adaos de nisip de cuarț pentru mărirea rezistenței.

Rețetele de tratare a fluidelor de foraj și a pastelor de ciment utilizate la sondele cu adîncimi pînă la 8 000 m au dat rezultate bune ; ele vor trebui însă serios revăzute, pentru a fi propice pentru utilizarea la sonde de adîncimi mai mari.

Este evident că la adîncimi foarte mari aparatele actuale de control și măsură plasate la suprafață nu vor mai putea oglindi în mod fidel procesele ce au loc la talpa sondei și vor fi necesare traductoare de fund, care să transmită la suprafață apăsarea axială pe talpa efectivă, cuplul, turația, debitul fluidului ce trece prin sapă etc.

Biroul de aparate și automatizare din Ministerul Geologiei și Conservării Subsolului al U.R.S.S. a elaborat construcția unui aparat de fund complex (GRP-1), care înregistrează la nivelul sapei parametrii principali ai regimului de foraj. Un traductor special transmite semnalele respective sub formă de impulsuri electrice la suprafață, folosind drept canal de transmisie însești formațiunile din profilul sondei. În varianta actuală, aparatul va putea transmite semnale neperturbate de la adîncimi de pînă la 12 km.

În laboratoarele biroului sînt în curs de încercare aparate de geofizică rezistente la temperaturi de pînă la 540°C și presiuni de pînă la 2 100 at.

În prezent, prăjinile de foraj și burlanele de tubaj se confecționează din oțel carbon sau oțeluri aliate cu limite de curgere maxime de 65—75 kgf/mm². Aceasta înseamnă că în condițiile actuale și în cazul sondelor pline cu fluide de foraj lichide, materialul tubular de sonde se va putea introduce, cu respectarea unor coeficienți de siguranță rezonabili, pînă la adîncimi de 9—10 km. Mărirea mai departe a adîncimii se va putea face pe trei căi:

1. Coloane telescopice — măsură care se aplică și astăzi.

2. Coloane tubulare din materiale de mare rezistență.

3. Coloane din materiale ușoare.

În primul caz, dimensiunile transversale ale coloanelor și greutatea lor sînt mari. Diametrele deschiderilor în care ele se introduc sînt de asemenea mari.

În cazul al doilea se recurge la materiale puternic aliate, și deci scumpe, sau la materiale de calitate obișnuită, adică slab aliate, dar tratate termic în mod special și în instalații speciale, prin călire și revenire cu viteze de răcire mari. Această metodă nu este pusă la punct, dar oferă posibilități și soluții tehnico-economice superioare, care în stadiul actual au permis realizarea oțelurilor cu limite elastice variind între 105 și 126,5 kgf/mm², cunoscute sub denumirea de oțeluri cu rezistențe extra (EHS-140) și ultraînalte (UHS-170).

În sfîrșit, în cazul al treilea se prevede uzinarea de țevi din materiale ușoare, dar foarte rezistente, pe bază de aluminiu și titan.

Această soluție este de preferat. Titanul cu greutatea specifică de 4,5 (față de 7,85 la oțel), cu temperatura de fuziune la 1 725°C constituie un aditiv de aliere foarte efectiv în conferirea unor calități de rezistență și elasticitate superioare la oțelurile obișnuite. În prezent, după cum se știe, titanul se folosește pe scară largă în industria aviației, unde se cer aliaje foarte rezistente și ușoare.

De perspectivă sînt de asemenea și aliajele de aluminiu. Pe baza sistemului Al, Cu, Mg, Si și Mo s-au realizat aliaje speciale, cum sînt: avialul, aluminiul superior și altele cu greutatea specifică sub 3 kg/dm³, care, aliate cu titan și nichel, sînt foarte rezistente. Prăjinile fabricate din asemenea materiale vor rezista cu succes la săparea sondelor de 15 000 m și chiar mai mult, fără a fi solicitate la eforturi de tracțiune sub greutate proprie importante.

În stadiul actual de dezvoltare a chimiei și siderurgiei, nu se exclude posibilitatea utilizării pentru țevi de sonde a unor noi materiale sintetice de mare rezistență. Dintre acestea, un interes deosebit pentru industria de petrol îl prezintă materialul sintetic, anizotrop, din fibre de sticlă (SVAM) legate cu rășini sintetice. Țevile confecționate din acest material rezistă bine la tracțiune la presiuni pînă la 200 at și nu se înmoaie la temperaturi pînă la 700°C.

În prezent, în U.R.S.S., pentru uzinarea materialului tubular de sonde se utilizează șapte calități de oțel (A, C, D, E_m, E, L și M), L și M, fiind oțeluri de calitate nouă, cu 65 și 75 kgf/mm² la limita de curgere.

Cu prăjini de foraj de 5 9/16″ grad L s-au săpat cu succes sonde pînă la 5 050 m, iar în cursul anului 1963 se vor uzina prăjini de foraj din oțel grad M.

În S.U.A. se utilizează în același scop oțeluri grad F-25; H-40; J-55; N-80; P-105; P-110; EHS-140 și UHS-170, cu limite minime de curgere variind între 17,6 și 126 kgf/mm².

Cel puțin deocamdată se consideră că sondele de mare adîncime se vor săpa rotativ cu masa, ceea ce înseamnă că prăjinile de foraj se vor supune la solicitări dinamice excesiv de mari, al căror nivel în prezent nu se poate estima decît prin modelare electrică. În acest scop, BCA al MGCS* din U.R.S.S. a realizat modele electronice pentru garnituri de foraj aflate în sondă în cazul tuturor solicitărilor dinamice posibile.

La sondele de adîncime mare săpate pînă acum s-au utilizat instalațiile de foraj clasice, așa cum le cunoaștem, adoptate însă pentru condițiile grele de foraj la mari adîncimi. În acest scop li s-a mărit capacitatea portantă pînă la 45 t la tobă, s-au perfecționat și parțial automatizat comenzile pneumatice și hidraulice, s-a mărit capacitatea pompelor de circulație, cu asigurarea funcționării în regim continuu la 350—420 at.

Se știe că durata tuturor operațiilor de manevră la o sondă este proporțională cu adîncimea ei finală. După unii specialiști, timpul necesar pentru operațiile de manevră la sondele de mare adîncime este o funcție exponențială de adîncime, al cărei exponent variază între 2 și 3.

Dacă tehnologia actuală de foraj ar rămîne neschimbată, iar operațiile de manevră ar urma să se efectueze la sondele de mare adîncime cu mijloacele existente, atunci timpul total necesar pentru efectuarea manevrelor necesare pentru săparea sondei ar fi cu mult mai mare decît timpul efectiv de foraj, ajungînd la nivelul unor cifre nereale din punct de vedere tehnico-economic. Astfel, o singură manevră mare la o sondă cu adîncimea de 15 km ar dura, în condițiile tehnice actuale perfect organizate și executate, peste 30 de ore.

---

* Biroul de construcție și automatizare al Ministerului Geologiei și Conservării Subsolului.

Specialiștii au ajuns la concluzia că instalațiile de foraj clasic au atins, în forma lor actuală, vîrful maxim de dezvoltare, care nu se mai poate amplifica, fiind limitat din punct de vedere practic și economic, sub orice aspect, de troliu și sistemul diferențial (macara-geamblac).

O rezolvare a acestei probleme ar putea fi propunerea unui grup de specialiști care au elaborat și proiectat o instalație de foraj pentru adîncimi mari, de concepție cu totul nouă, care ar putea constitui cheia de progres viitor al metodelor de foraj. Instalația propusă este cu totul originală, este lipsită de turn, troliu, sistem diferențial și de circulație, în înțelesul actual al noțiunilor. Ea nu are lanțuri sau curele de transmisie, comenzile sînt complet automatizate. După cum se poate vedea în ilustrațiile publicate în literatura de specialitate, construcția de suprafață a acestei instalații de foraj se compune dintr-o estacadă tip platformă, prevăzută cu un sistem de criguri hidraulice și două mese (lifturi) de manevră, cuplate astfel între ele încît să se poată extrage și introduce automat și continuu garnitura de foraj, desfăcînd-o simultan în bucăți sau dublii, care fiind apucate de un dispozitiv—săgeată se depozitează automat în poziție orizontală pe platforma din fața gurii sondei. Rotirea garniturii de foraj se face de către un cap acționat hidraulic. Agregatul de forță, probabil remorcabil, este conectat cu troliu și pompe de mare presiune cu diafragme, numai prin conducte de lichid, toate comenzile și transmisia stării de mișcare făcîndu-se hidraulic.

Pînă la data publicării lucrării*, instalația nefiind construită, nu se cunosc performanțele ei, dar o imagine asupra comportării ei este de acum clară. În cazul adîncimilor sub 2 000 m, ea nu va putea face față instalațiilor de foraj actuale; la adîncimi mai mari, avantajele ei vor compensa rapid costul inițial al automatizării, și în cazul forajului în regiuni cu roci dure se pot aștepta economii de peste 15% față de costul forajului cu echipament convențional. S-a calculat că timpul de extragere a unei garnituri de foraj de la adîncimea de 5 000 m cu această instalație va fi de circa 5 ore.

Biroul de aparate și automatizare al MGCS din U.R.S.S. a elaborat schema unei instalații de extragere-introducere extramoderne, cu aspect exterior cu totul original.

Garnitura de foraj ce se extrage din sondă alunecă pe o estacadă cicloidală, situată la înălțime mare (cîteva zeci de metri) deasupra solului. Adusă prin tracțiune la extragere în poziție orizontală, garnitura se culcă lin pe transportor și se desface automat în tronsoane (pași) lungi de 300 m. Desfășurata cicloidei s-a calculat cu luarea în considerație a elasticității prăjinilor la „încovoiere". Pe traseul de alunecare a prăjinilor se află montate o serie de defectoscoape electronice, care semnalează imediat și automat orice defecțiune apărută în prăjini.

Cu această instalație, durata unei manevre mari la o sondă de 15 km va fi de circa 5—8 ore.

Această schimbare radicală a metodei de foraj în privința celor trei operații fundamentale — extragerea, rotația și circulația — a fost justificată de problemele speciale ridicate de forajul la mari adîncimi. Într-adevăr, dacă flexibilitatea și eficiența excepțională a instalațiilor de foraj actuale se datorează, atunci cînd puterea instalată și adîncimea de foraj sînt rezonabile, modului simplu de integrare cu agregatul de forță și diviziunii clare a proceselor de muncă între om și mașină, apoi în cazul sondelor de mare adîncime, cînd schimbarea instrumentului de fund capătă o importanță economică, calitățile amintite se pierd cu totul. Eficiența instalației se reduce brusc din cauza transmisiilor de forță, mobilitatea pașilor de lungime mare intră în conflict cu reducerea timpului neproductiv, brigada de foraj are nevoie de ajutorul unui întreg complex de dispozitive de forță. Toate acestea cer un control individual al mișcării macaralei și troliului, ceea ce face imposibilă automatizarea operațiilor de manevră în concepția actuală a instalațiilor de foraj.

Instalațiile de foraj arătate mai sus constituie o încercare de rezolvare a tuturor acestor antagonisme și de reintegrare a tuturor operațiilor care reclamă energie mecanică. Prevederile proiectului limitează gradul de automatizare a operațiilor de manevră, astfel încît un maistru sondor și doi sondori să poată efectua toate operațiile care reclamă manoperă.

Cele arătate mai sus reprezintă numai cîteva considerații caracteristice din marele complex de probleme ce se vor ridica la pregătirea și efectuarea lucrărilor de foraj de adîncime mare. În mod evident, aceste considerații nu pot constitui răspunsuri complete la întrebările ridicate la începutul prezentei lucrări, totuși, după părerea noastră, ele aruncă o lumină suficient de clară asupra căilor de urmat în cazul forajului sondelor de anvergură, cum sînt cele proiectate a fi săpate pînă la adîncimi de 15 000 m.

În prezent, problemele legate de forajul sondelor de mare adîncime, cum sînt cele din „planul Moho", au ieșit din cadrul îngust al industriilor petroliere propriu-zise, devenind o preocupare a unui complex de institute științifice, cum sînt institutele de hidrodinamică, mecanică teoretică și aplicată, fizică nucleară, de știință minieră, termofizică, automatizare și electrometrie, sub conducerea unică a Academiilor de științe naționale.

* The Petroleum Times, august 1960, autor H. D. Fanshawe, FNRD. Ltd.

O sondă de foarte mare adîncime va constitui pe bună dreptate un complex uzinal de mari proporții, cu instalații de anvergură nebănuită, cu laboratoare proprii, conduse de ingineri și specialiști.

Este evident că la adîncimi foarte mari, posibil chiar peste 20 km, temperatura și presiunea vor ajunge la astfel de valori încît formațiunile respective se vor afla în stare plastică de plutire și toate metodele cunoscute de stabilizarea deschiderii vor deveni inoperante.

Pentru asemenea adîncimi, inginerii de specialitate și constructorii se gîndesc de pe acum la crearea unui aparat autonom sau condus de la suprafață, care să poată pătrunde în adîncul pămîntului și să comunice cu suprafața.

Este posibil că acest aparat va fi un reactor atomic, care va pătrunde în masiv ca o picătură de plumb topit în colofoniu. Masa uriașă a reactorului în stare incandescentă va topi rocile și va pătrunde în scoarța terestră sub acțiunea forței de gravitație a pămîntului, direct spre nucleul planetei, lăsînd în urma sa o deschidere perfect circulară, cu pereții de ceramică, rezultați în urma vitrificării formațiunilor la temperaturi înalte.

Proiectul de realizare a unui accelerator de particule cu reacție în lanț, capabil de a dezagrega rocile sub forma unei rachete atomice, se află acum la ordinea zilei.

Acest proiect prevede utilizarea presiunii și căldurii de origine nucleară pentru realizarea de deschideri cilindrice sub forma de „foraje" în scoarța terestră.

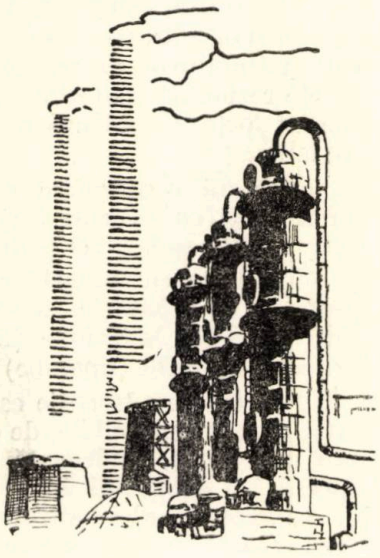
Un grup de specialiști și oameni de știință sovietici, condus de locțiitorul președintelui Academiei de Științe a U.R.S.S. M. A. Lavrentiev, a primit sarcina de a studia posibilitatea realizării acestui proiect.

Nu ne îndoim că oamenii de știință și specialiștii sovietici, conduși de P.C.U.S., vor ști să rezolve cu succes și această problemă importantă pentru viitorul omenirii.

BIBLIOGRAFIE

[1] Thomeer, I. și Bottema, I. *Increasing occurrence of abnormally high reservoir prossures în boreholes, and drilliry problemes rezulting therefrome.* În: „Bull. Amer. Assoc. Petrol Geologiste" 1961, **45**, nr. 10, p. 1721—1730.

[2] Haden Elard, L. și Welch Glenn, R. *How to prevent diferențial pressure streking of drill pipe.* În: Oil and gas 1961, **59**, nr. 14, p. 214—216, 219.



CZ. 665.51 :622.276.5 :66.092.46

Utilizarea substanțelor tensioactive neionice în extracția țițeiului *

Dr. O. VOICU

Sub numele de substanțe tensioactive sau substanțe cu activitate de suprafață (agenți activi de suprafață) se înțeleg combinații care se adsorb la suprafețele de separație, producînd o modificare a tensiunii superficiale a lichidelor în care se dizolvă. Ele au o structură moleculară caracteristică filiformă și asimetrică. Moleculele lor constau dintr-o grupă hidrofilă și un rest hidrofob.

Restul hidrofob, insolubil în apă, dar solubil în uleiuri, constă de obicei dintr-o catenă hidrocarbonată alifatică, liniară sau ramificată, sau dintr-un rest aromatic — alifatic.

Partea hidrofilă care conferă solubilitate în apă constă de cele mai multe ori dintr-o grupă acidă sau bazică, cu o mare afinitate reziduală, sau dintr-un număr mai mare de grupe hidrofile cu forțe de valență reziduală mai mici, dispuse de obicei în lanț.

Această construcție moleculară asimetrică, formată din două părți cu însușiri fundamental diferite, constituie cauza activității capilare și superficiale.

Tendința combinațiilor tensioactive de a se adsorbi la suprafețele de separație, de exemplu apă-țiței, se datorește afinității grupelor hidrofobe (lipofile) pentru faza neapoasă și a grupelor hidrofile (lipofobe) pentru faza apoasă.

Stratul de adsorbție care se formează servește ca legătură între fazele nemiscibile, de exemplu apă-țiței. Starea mai mult sau mai puțin condensată a acestui strat determină acțiunea specifică a agentului activ de suprafață, respectiv a agentului de spălare, emulsionantului, spumantului, agentului de udare etc. Această stare a stratului de adsorbție este condiționată de :

— balanța dintre proprietățile hidrofile (lipofobe) și hidrofobe (lipofile) (indice H.L.B.) ;
— poziția grupei hidrofile în moleculă ;
— natura grupei hidrofobe ;
— natura grupei hidrofile ;
— temperatura și concentrația de lucru.

Pentru reprezentarea grafică a moleculelor tensioactive s-a convenit să se utilizeze simboluri simple. Restul hidrofob se

* Această lucrare a constituit subiectul unor conferințe ținute de autor în cursul anului 1962, la trusturile petroliere din R.P.R. Partea experimentală și concluziile au fost extrase din temele executate de dr. O. Voicu, ing. I. Ialina, ing. F. Popescu și ing. A. Gobjilă în anii 1959—1961, existente în arhiva I.C.F.E-Cîmpina.

reprezintă, de obicei, ca o simplă linie sau vergea, iar poziția grupei hidrofile, printr-un cerculeț mic sau prin haşurare.

Pentru înțelegerea expunerii problemei, prezentăm cîteva aspecte în legătură cu grupele hidrofile şi hidrofobe.

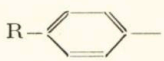
1. Grupe hidrofobe. Restul hidrofob este format în multe cazuri dintr-un radical alifatic (rest alchilic) cu o grupă metilică terminală cu formula generală:

$$CH_3-(CH_2)_n-$$

conținînd în general 8—18 atomi de carbon.

În cazul acizilor graşi, catenele hidrocarbonate sînt neramificate, pe cînd, în cazul resturilor de natură petrolieră sau sintetică, acestea de cele mai multe ori sînt ramificate.

Foarte mulți agenți superficial activi conțin un rest hidrofob format dintr-un nucleu aromatic alchilat (rest alchilaril) de formulă generală:



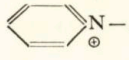
Dintre aceştia, cea mai mare importanță o prezintă atît alchilbenzenii, alchiltoluenii şi alchilfenolii monoalchilați cu lanțuri alchilice cu 8—12 atomi de carbon şi naftalina dialchilată cu alchili cu 3—5 atomi de carbon, cît şi piridina.

Structura restului hidrofob, lungimea şi ramificația lui influențează proprietățile produselor tensioactive.

2. Grupe hidrofile. Partea hidrofilă care asigură solubilitatea în apă şi în solvenți polari constă, de cele mai multe ori, dintr-o grupă acidă sau bazică cu o mare energie potențială, sau dintr-un număr mai mare de grupe hidrofile cu energii potențiale mai mici şi deci cu forțe de valență reziduale mai reduse, dispuse de obicei în lanț. În cazul grupelor hidrofile acide sau bazice, acțiunea solubilizantă se bazează mai ales pe formarea de săruri.

Cele mai importante grupe acide sînt: grupa carboxil — COOH; grupa sulfat — OSO_3H; grupa sulfonică — SO_3H.

Cele mai importante grupe bazice sînt:

grupa amină primară — NH_2;
grupa amină secundară = NH;
grupa amină terțiară ≡ N;
grupa de amoniu cuaternar ≡ $N]^+$;
grupa piridiniu  .

3. Substanțele tensioactive ale căror grupe hidrofile nu sînt capabile să formeze săruri (de exemplu cazul grupelor eterice cumulate) se numesc *neionice.*

4. Substanțele tensioactive care conțin atît grupe hidrofile cu caracter acid, cît şi grupe cu caracter bazic şi care deci formează „amfioni" se numesc *amfoliți.*

Clasificarea agenților activi de suprafață. Ținînd seamă de numărul imens de produse cu activitate superficială pe care îl produce industria mondială, precum şi de utilizările multiple ale lor, s-a impus necesitatea unei clasificări.

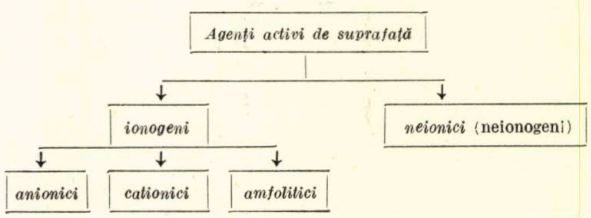
Deşi problema aceasta a preocupat un cerc larg de specialişti şi oameni de ştiință, pînă acum nu există un criteriu unitar.

În R.P.R., Comisia de standardizare acordă o deosebită atenție acestei probleme.

Dintre toate încercările de clasificare a agenților tensioactivi, în prezent, acea care cuprinde aproape toate tipurile cunoscute este clasificarea adoptată de Asociația franceză de normalizare (AFNOR), care propune următoarea clasificare:

— compuşi capilar-activi anionici;
— compuşi capilar-activi cationici;
— compuşi capilar-activi amfolitici;
— compuşi capilar-activi neionici.

O schemă de clasificare care împarte aceste clase mari în grupe, după constituția chimică şi proprietățile fizico-chimice ale resturilor hidrofobe, este următoarea:



Clasa agenților anionici cuprinde următoarele grupe:

Agenți anionici carboxilați: *1*) săpunuri alcaline; *2*) săpunuri metalice; *3*) săpunuri amino: uleiuri şi grăsimi sulfatate; produse de condensare a acizilor graşi; derivați ai acizilor bibazici; alchilsulfați primari; alchilsulfați secundari; alchilsulfonați; alchilarilsulfonați; sulfonate din petrol; produse polietoxilate sulfatate; agenți anionici pe bază de alte grupe solubilizate.

Clasa agenților cationici cuprinde următoarele grupe: amine; săruri şi baze cu azot cuaternar; săruri de sulfoniu; săruri de fosfoniu.

Clasa agenților amfolitici cuprinde următoarele grupe: polipeptide; produse de tip betainic; produse de tip sulfobetainic; alte tipuri de agenți amfolitici.

Clasa agenților neionici cuprinde următoarele grupe:

— esteri ai acizilor graşi cu alcooli şi polialcooli;

— produse polietoxilate, plecînd de la alcooli, acizi carboxilici, fenoli, amine, amide, mercaptani etc;

— produse de condensare a acizilor graşi cu aminoalcooli;

— alte tipuri de agenţi neionici.

Agenţii activi de suprafaţă se mai deosebesc în general de celelalte substanţe prin aceea că dau soluţii coloidale de un tip special, care prezintă anomalii importante în privinţa proprietăţilor lor.

Aceste anomalii se datoresc faptului că moleculele şi ionii agenţilor activi de suprafaţă se aglomerează în asociaţii caracteristice, denumite micelii.

Una dintre aplicaţiile importante ale agenţilor cu activitate de suprafaţă este ca emulgatori, cînd ajută la formarea şi stabilizarea emulsiilor, sau ca dezemulsionante, cînd ajută la desfacerea emulsiilor.

S-a pus întrebarea dacă, cunoscîndu-se caracteristicile fizico-chimice ale substanţei (produsului) cu activitate de suprafaţă, nu s-ar putea găsi o metodă pentru selecţionarea în prealabil a acestei substanţe, pentru a fi utilizată în scopul adecvat.

Încă din anul 1933 s-a semnalat caracterul ce-l imprimă moleculei substanţei cu activitate de suprafaţă raportul dintre constituenţii ei hidrofili şi hidrofobi.

Academicianul sovietic prof. R. A. Rebinder de la Universitatea Lomonosov din Moscova şi şcoala lui au stabilit că există o legătură directă între solubilitatea coloidală şi caracterul structurilor micelare şi implicit influenţa acestora asupra stabilităţii emulsiilor [4].

Alte metode, ca: variaţia constantei dielectrice, variaţia permeabilităţii pentru ultrasunet etc., specifice pentru fiecare emulsie, sînt utile, dar nu suficiente pentru a stabili cauza care produce efectul constatat.

După W. C. Griffin [11], proprietăţile emulgatoare depind de starea de echilibru dintre părţile hidrofile şi hidrofobe ale moleculei substanţei cu activitate de suprafaţă.

Acest raport între părţile hidrofile şi hidrofobe este cunoscut sub denumirea prescurtată de H.L.B. (hydrophile-lipophile balance) [25] şi se exprimă printr-o serie de indici (H.L.B.) încadraţi de la 1 la 30. În această serie valorile mici reprezintă proprietăţile extreme hidrofobe (lipofile), iar cele mari, proprietăţile extreme hidrofile (lipofobe).

Astfel, fiecare substanţă cu activitate de suprafaţă poate fi încadrată între aceşti indici.

În tabela 1 se arată clasificarea după valoarea indicilor H.L.B. Subliniem că sistemul de clasificare H.L.B. nu dă indicaţii cu privire la stabilitatea emulsiei; el reprezintă doar o corelaţie a funcţiilor, şi nu a eficacităţii substanţei cu activitate de suprafaţă.

În tabela 2 sînt arătaţi indicii H.L.B. pentru grupele hidrofile şi hidrofobe ce caracterizează substanţele cu activitate de suprafaţă. Cunoaşterea acestor indici permite identificarea

Tabela 1

Intervalul indicilor H.L.B.	Aplicaţii
1,5—3	Agenţi antispumanţi
3,5—3	Emulgator pentru emulsiile de tip A/U
7—9	Umectant
8—18	Emulgator pentru emulsiile de tip U/A
13—15	Detergent
15—18	Solubilizant

Tabela 2

Natura grupei	Indicii H.L.B.
Grupe hidrofile	
SO_4Na	38,7
COOK	21,9
COONa	19,1
N (amină terţiară)	9,4
Ester (ciclu sorbitant)	6,8
COOH	2,1
Ester liber	2,4
OH liber	1,9
O	1,3
Grupe hidrofobe simple	
CH_3	0,475
Grupe hidrofobe derivate	
$-(CH_2-CH_2O)-$	0,53
$-(CH_2-CH_2-CH_2-O)-$	0,15

compoziţiei chimice a agentului tensioactiv şi rolul pe care îl va avea în tratarea emulsiilor de ţiţei.

Valoarea indicelui H.L.B. al substanţei cu activitate de suprafaţă poate fi calculată direct din formula ei chimică, utilizînd indicii H.L.B. de grupe din tabela 2 şi aplicînd relaţia:

H.L.B. = (numărul de grupe hidrofile) — n (numărul de grupe CH_2) + 7, în care n este numărul de grupe $-CH_2-$ aflat în molecula substanţei cu activitate de suprafaţă [11].

Mai sînt şi alte metode pentru determinarea valorii indicilor H.L.B., asupra cărora nu insistăm, deoarece ele se găsesc descrise în literatura de specialitate.

I. SUBSTANŢE TENSIOACTIVE NEIONICE

In industria petrolieră, substanţele tensioactive se întrebuinţează pentru: curăţirea ţiţeiului de impurităţi (apă, sare şi impurităţi mecanice), deblocarea straturilor petroliere de apă, fluide de foraj, marne etc., pentru mărirea afluxului de ţiţei la talpa sondei, tratarea fluidelor de foraj, pentru îmbunătăţirea calităţii lor, în special la forajul de mare adîncime etc.

În R.P.R. se întrebuinţează astăzi substanţe tensioactive anionice, şi anume săpunul naftenic de sodiu sub denumirea de SN şi alchilarilsulfonaţi de amoniu şi mai rar de sodiu, denumiţi D4 şi D5.

Acești produși sînt denumiți dezemulsionanți și se întrebuințează la noi în cea mai mare măsură pentru spargerea emulsiilor de țiței. În mai mică măsură s-au făcut încercări atît pentru deblocarea straturilor petroliere cît și pentru tratarea fluidelor de foraj [12].

Deoarece produșii tensioactivi anionici au o eficacitate redusă, mărind prețul de cost atît la tratarea țițeiului cît și la celelalte două utilizări arătate mai sus, s-au făcut în cursul anului trecut încercări în aceleași scopuri, cu substanțe tensioactive neionice, care au eficacitate mult mai mare.

Se vor descrie pe scurt substanțele tensioactive neionice din punctul de vedere al clasificării lor, metode de preparare, compoziție, proprietăți fizico-chimice și considerații economice asupra utilizării lor.

A. Clasificarea

Substanțele tensioactive din această clasă cuprind următoarele grupe:

1. Esterii acizilor grași cu alcooli și polialcooli, și anume:

1.1. Monogliceride ale acizilor grași.

1.2. Esteri ai acizilor grași cu poliglicerine.

1.3. Esteri ai acizilor grași cu zaharoză.

2. Produși polietoxilați, și anume:

2.1. Alcooli grași polietoxilați.

2.2. Alchilfenoli polietoxilați.

2.3. Rășini formaldehidice ale alchilfenolilor polietoxilați.

2.4. Acizi grași și derivații lor polietoxilați.

2.5. Acizi naftenici polietoxilați.

3. Produși de condensare a acizilor grași cu aminoalcooli

Dintre substanțele tensioactive care fac obiectul acestei lucrări și care au fost experimentate de I.C.F.E. în unele șantiere petroliere din R.P.R. fac parte produșii polietoxilați, și anume:

1. Alchilfenolii și alchilcrezolii polietoxilați.

2. Acizii naftenici polietoxilați.

B. Prepararea produșilor tensioactivi neionici pe cale semiindustrială. Schema tehnologică, procesul tehnologic

Produșii tensioactivi neionogeni obținuți în Republica Populară Romînă fac parte din clasa eterilor poliglicolici ai alchilfenolilor și alchilcrezolilor și din clasa esterilor acilpoliglicolici ai acizilor naftenici.

Materia de bază pentru oxietilare, și anume izooctilfenolii și izooctilcrezolii, a fost sintetizată la I.C.F.E. pentru prima dată în R.P.R., utilizînd fenolii, crezolii tehnici și izooctena, fabricați de industriile noastre carboniferă și petrolieră.

Acizii naftenici au fost întrebuințați în calitatea tehnică tip IV standardizată.

Alchilfenolii, alchilcrezolii și acizii naftenici au fost tratați cu oxid de etilenă, cu puritate

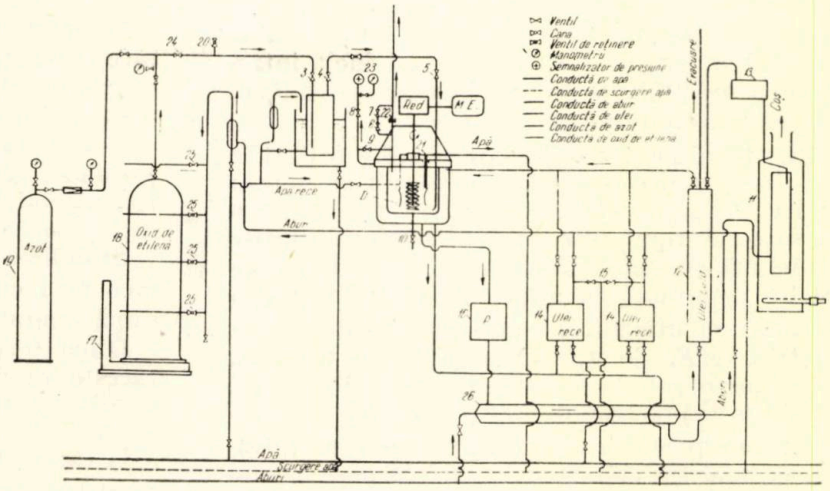


Fig. 1. Schema instalației de oxietilare.

de minimum 98%, obținut din import, într-o instalație care este arătată în figura 1.

Reacția de oxietilare este exotermă, degajîndu-se 20 cal/mol sau 440 cal/kg, și poate fi reprezentată schematic astfel:

$$R-C_6H_4OH + nC_2H_4O \rightarrow RC_6H_4-O-(C_2H_4O)_n H - 20 \text{ cal/mol.}$$

Procesul tehnologic de oxietilare reprezentat schematic mai jos prevede următoarele operații:

1) Introducerea materialului pentru oxietilare în reactor, amestecat în prealabil cu catalizatorul.

2) Evacuarea aerului din instalație prin suflare cu azot.

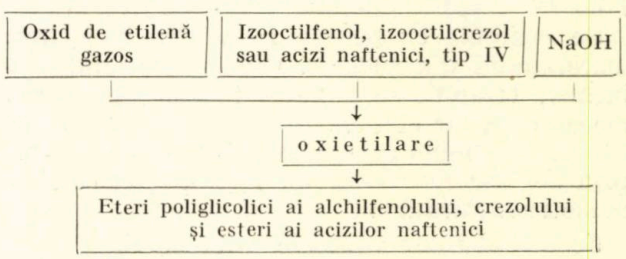
3) Încălzirea reactorului la temperatura indicată.

4) Introducerea oxidului de etilenă în stare de vapori în reactor.

5) Conducerea operației de oxietilare, menținîndu-se presiunea și temperatura indicate.

6) După terminarea operației de oxietilare, se scade temperatura reactorului la 100°C și, la această temperatură, după evacuarea gazelor prin suflare cu azot, se descarcă reactorul de produsul finit.

Procesul tehnologic are loc după schema următoare:



Temperatura de oxietilare variază între 120 și 220°C. Presiunea variază de la 1,5 la 3 at.

Catalizatorul întrebuințat a fost NaOH în proporție de 1%, față de materialul pus la oxietilare. Cantitatea de catalizator necesară a fost dizolvată în apă la o concentrație de 40% și soluția obținută a fost introdusă în prealabil în materialul pentru oxietilare. Totul s-a încălzit sub agitare continuă la 120°C, pînă la eliminarea completă a apei, astfel încît introducerea oxidului de etilenă în reactor s-a făcut asupra materialului perfect uscat.

Reactorul pentru oxietilare (fig. 1) utilizat în acest scop a fost proiectat, construit și montat de I.C.F.E., în colaborare cu A.C.C. Cîmpina. El este de tipul discontinuu, compus dintr-o autoclavă cu capacitatea utilă de 17 l, cu încălzire exterioară în mediu de ulei și agitator mecanic cu difuzor, *D*, acționat de un motor electric, *ME*, de 4,5 kW, cu 1 420 rot/min, asigurînd o rotație de 400 rot/min. Reactorul rezistă la o presiune de lucru de 5 at.

Anexele reactorului sînt: un sistem de încălzire cu ulei tip cilindru; cuptor de preîncălzire a uleiului *11*; un vas-rezervor cu ulei cald *12*; un vas rezervor cu ulei rece *14*; un vas de expansiune a gazelor de ulei *13*; o pompă rotativă, pentru vehicularea uleiului cald și rece; un cîntar decimal pentru măsurat consumul de oxid de etilenă *17*, în lipsa unui alt aparat de măsură; un tub de oxid de etilenă sub presiune *18*; un tub cu azot sub presiune *19*; un ventil pentru alimentarea reactorului cu OE *20*; o flanșă cu membrană subțire, montată la conducta de evacuare rapidă *22*, rezistentă la o presiune de maximum 4 at, îndeplinind funcția de supapă de siguranță.

Descrierea modului de lucru pentru oxietilare

Se încarcă reactorul de oxietilare prin orificiul rămas liber după deșurubarea termometrului *21* cu cantitatea de izooctilfenol (crezol) sau acid naftenic tip IV, în care s-a dizolvat în prealabil o soluție de 50% NaOH în apă. Cantitatea de NaOH solid reprezintă 1% asupra izooctilfenolului (crezolului) sau acidului naftenic, supuși la oxietilare. Se încălzește la 120°C pînă la eliminarea totală a apei.

După închiderea orificiului de încărcare, se purjează prin suflare cu azot întreaga instalație de oxietilare, pentru eliminarea aerului.

Se încălzește uleiul tip cilindru din cuptor, pînă la temperatura de 150°C.

Se recirculă cu pompa *16* pentru încălzirea materialului din reactor. Cînd materialul s-a încălzit la 50°C, se pune în funcție agitatorul mecanic *D*, iar cînd temperatura s-a ridicat la 150°C, se elimină excesul de azot din instalație, prin deschiderea ventilelor *7* și *8*, pînă ce manometrul *23* arată 0.

Se închid toate ventilele reactorului.

Se încălzește tubul cu OE *18*, cu ajutorul apei calde care cade sub formă de ploaie, pînă cînd presiunea în tub este de 2 1/2 at.

Se deschide ventilul principal de intrare a OE în reactorul *24* și se potrivește deschiderea astfel ca manometrul reactorului *23* să indice o presiune constantă de 1,8 — 2 at (este de recomandat un ventil automat).

În aceste condiții de temperatură și presiune, începe reacția de oxietilare, care are loc cu degajare de căldură, reacția fiind exotermă, după cum s-a arătat.

Tot timpul oxietilării se mențin condițiile de presiune, temperatură și debit de OE arătat. În general, o operație de oxietilare durează de la 5 la 7 ore.

Stabilirea cantității de OE intrat în reacție se face prin cîntărirea buteliei de OE, înainte și după operație.

După terminarea operației de oxietilare, se răcește produsul finit la 100°C, se evacuează gazele din reactor prin suflare cu azot și apoi se descarcă reactorul prin ventilul *10*.

În literatura de specialitate sînt descrise și reactoare pentru oxietilare prin circulația materiei prime și altele care asigură un procedeu de oxietilare continuă, pe care le amintim, deoarece ele sînt instalațiile la nivel industrial.

C. Compoziție și proprietăți fizico-chimice

După noile lucrări care explică reacțiile chimice de etoxilare, mecanismul etoxilării fenolilor și derivaților cu oxid de etilenă, fără intermediul unei soluții, se poate reprezenta astfel:

$$R-C_6H_4O^- + CH_2-CH_2 \rightarrow C_6H_4-O-CH_2-CH_2-O^-$$
$$\qquad\qquad\qquad\quad \diagdown\,O\,\diagup$$

Ionul fenoxi reacționează cu oxidul de etilenă, devenind fenoxietanol, unde *R* poate fi radicalul izooctil sau dodecil.

La ionul fenoxietanol se mai poate fixa și alt lanț de oxid de etilenă, după reacția:

$$R-C_6H_4-O-CH_2-CH_2-O^- +$$
$$CH_2-CH_2$$
$$\diagdown\,O\,\diagup$$
$$+ O \rightarrow R-C_6H_4-O-CH_2CH_2-O-CH_2-CH_2-O$$

sau, în general:

$$R-C_6H_4-O^- + nCH_2-CH_2 \xrightarrow{\text{cat. alch.}} R-C_6H_4-O\cdot(-C_2H_4O-)_n$$
$$\qquad\qquad\qquad\quad \diagdown\,O\,\diagup$$

În cazul acizilor carboxilici reacția de oxietilare are loc după schema:

$$R-COO^- + nCH_2-CH_2 \rightarrow R-COO\,(-C_2H_4O)_n^-,$$
$$\qquad\qquad\quad \diagdown\,O\,\diagup$$

unde *R* este radicalul naftil.

Produșii tensioactivi neionici, preparați în instalația-pilot de la I.C.F.E.-Cîmpia, cu

caracteristicile lor mai importante, sînt următorii (tabela 3):

OC_7; OF_9; ICFEOL; OF_{15}; OF_{20}; OF_{34} şi AN IV_{37}.

flexiune fiind pentru izooctilfenolul cu 34 moli oxid de etilen pentru o concentraţie de 1% în soluţia apoasă.

Tabela 3

PRODUŞII TENSIOACTIVI NEIONICI POLIETOXILAŢI OBŢINUŢI LA I.C.F.E. ÎN LABORATOR ŞI ÎN PILOT. CARACTERISTICI

Produşii tensioactivi neionici polietoxilaţi. Compoziţie	Simbol	Stare fizică la 25°C	Densitate $\frac{20}{4}\rho$	Greutate moleculară (calculat), M	Temperatura de tulburare conc. 1%, °C	Temperatura de congelare (STAS) sau punctul de topire, °C	Indice de refracţie, $^{60}n_D$	Tensiunea sup. perf. aer-apă (Traube) 25°C, dyne/cm		Tensiunea interfacială apă-ulei de parafină		Solubilitate		Unde a fost obţinut produsul
								sol. 0,1%	sol. 1%	sol. 0,1%	sol 1%	apă	benzină	
Acizi naftenici tip IV cu 37 moli OE	AN IV_{37}	pastă	—	1610	74,5	42	1,4653	55	44,4	34,5	21,3	da	nu	laborator
		pastă	—	1623	—	—	1,4649	—	—	—	—	da	nu	pilot
Izooctilfenol cu 34 moli OE	OF_{34}	pastă cer.	1,1554	1702	86	45	1,4656	49,7	45,0	21,8	17,10	da	nu	laborator
		pastă	1,1563	1736	—	—	1,4689	—	—	—	—	da	nu	pilot
Izooctilfenol cu 20 moli OE	OF_{20}	pastă moale	—	1186	7,2	26	1,4695	39,24	37,20	11,34	9,30	da	nu	laborator
		pastă moale	—	1180	—	28	1,4690	—	—	—	—	da	nu	pilot
Izooctilfenol cu 15 moli OE	ICFEOL OF_{15}	lichid	—	920	69	24	1,4724	37,16	36,18	9,26	8,28	da	nu	laborator
		lichid	—	910	—	—	1,4756	—	—	—	—	da	nu	pilot
Izooctilfenol cu 9 moli	OF_9	lichid	—	702	36	4	1,4785	34,50	31,76	6,60	3,80	da	nu	laborator
		lichid	—	710	38	5	1,4782	—	—	—	—	da	nu	pilot
Izooctilcrezol cu 7 moli OE	OC_7	lichid	—	644	11	se gelifică	1,4785	—	—	4,66	4,49	nu	da	laborator
		lichid	—	614	—	se gelifică	1,4780	—	—	—	—	nu	da	pilot

Analizînd tabela 3, se desprind următoarele observaţii:

1) Punctul de congelare şi punctul de tulburare cresc o dată cu creşterea gradului de oxietilare.

2) Punctul de tulburare depinde de compoziţia produsului tensioactiv neionic.

3) Solubilitatea în apă dulce sau sărată, la temperatura zilei, creşte cu creşterea gradului de etoxilare. Produşii cu un grad de etoxilare de la 10 în sus sînt toţi solubili perfect în apă dulce sau sărată.

Produşii cu un grad de etoxilare sub 10 sînt numai parţial solubili în apă şi prin încălzire unii din ei se gelifică.

Aceşti produşi sînt în general hidrofobi.

4) Produşii tensioactivi neionici obţinuţi nu reacţionează cu sărurile din apa de sondă şi sînt stabili, chiar la fierberea apei sărate.

5) Valoarea indicelui de refracţie scade cu creşterea gradului de etoxilare, ea devenind constantă de la un grad de etoxilare de 20—30 moli oxid de etilenă în sus.

6) Tensiunea superficială apă-aer creşte cu mărirea gradului de polioxietilare, prima influenţă fiind pentru izooctilfenolul cu 34 moli oxid de etilen pentru o concentraţie de 1% în soluţia apoasă.

7) Tensiunea superficială apă-aer scade cu creşterea concentraţiei soluţiei în produs tensioactiv.

8) Tensiunea interfacială între apa sărată (20% NaCl) şi petrolul lampant creşte cu mărirea gradului de polietoxilare a produşilor.

D. Consideraţii economice

Prin folosirea substanţelor tensioactive neionice s-au realizat economii de aproximativ 50% la tratarea ţiţeiului, comparativ cu procedeele şi dezemulsionanţii vechi încă în uz la noi.

Produşii tensioactivi neionici fabricaţi au fost utilizaţi şi pentru deblocarea straturilor petroliere, mărind permeabilitatea lor şi asigurînd o mărire a afluxului de ţiţei la talpa sondei. În unele şantiere, ca de exemplu Cîmpina, Boldeşti, Ludeşti, s-a mărit producţia de ţiţei la unele sonde de 1—2 ori, realizîndu-se economii în operaţiile de extracţie, atît ca timp, cît şi ca producţie.

Experienţele sînt în curs de generalizare şi la alte şantiere petroliere.

Cercetările de laborator în vederea aplicării substanțelor tensioactive neionice, polioxietilate s-au aplicat: la tratarea emulsiilor de țiței; la deblocarea straturilor petroliere.

A La tratarea emulsiilor de țiței

Considerații teoretice

S-a văzut în capitolul precedent că stabilitatea unei emulsii de țiței este determinată de o serie de factori, dintre care cel mai important factor este formarea unei pelicule coloidale la interfața apă-țiței, formată din substanțe tensioactive naturale conținute în țiței.

Rezistența mecanică a acestei pelicule coloidale este un factor mai important pentru stabilitatea emulsiei însăși decît capacitatea ei de a scădea tensiunea interfacială [1]. Stabilitatea acestei pelicule este afectată pe de altă parte atît de viscozitatea fazei continue și de prezența microdispersiilor solide, ca: argile, parafină, rășini etc., cît și de diferența de densitate dintre faze (A/V).

Spargerea unei emulsii de țiței constă în a distruge stabilitatea peliculei prin eliminarea factorilor care au produs-o.

Metodele fizico-chimice utilizate pentru spargerea emulsiei de țiței sînt cunoscute și se amintesc în prezentul articol:

1) Ridicarea temperaturii care are ca efect mărirea energiei cinetice. Aceasta conduce la mărirea posibilităților de ciocnire a moleculelor de apă între ele, prin aceasta asigurîndu-se în mai mare măsură coalescența lor.

Alt efect este scăderea intensității de adsorbție la interfața apă-țiței, ceea ce contribuie la micșorarea rezistenței peliculelor de protecție, iar altul este scăderea viscozității, datorită căreia particulele de apă devin mai mobile în cîmpul gravitațional, ușurînd astfel separarea celor două faze și sedimentarea celei cu densitate mai mare (apa).

2) Distrugerea emulgatorului prin solvirea lui în cazul dezemulsionanților neionici sau transformarea lui într-o substanță fără acțiune stabilizantă.

3) Inversarea de fază a emulsiei prin adăugarea unor substanțe active de suprafață, datorită cărora emulsiile de tip A/U se transformă în emulsii de tipul U/A.

Din punct de vedere cinetic, fenomenele de spargere a emulsiei au loc în două trepte, și anume:

Treapta întîi, f l o c u l a r e a. Picăturile fazei disperse (apa) formează agregate în care picăturile nu și-au pierdut cu desăvîrșire identitatea. Asemenea agregate se comportă ca o singură picătură, iar fenomenul este de obicei reversibil.

Treapta a doua, c o a l e s c e n ț a, se caracterizează prin aceea că agregatele rezultate din floculare se unesc între ele pentru a forma picături mari. Acesta este un proces ireversibil, conducînd la o micșorare a numărului de picături, deci la dezemulsionare.

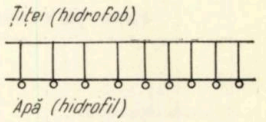


Fig. 2. Orientarea moleculelor de STA la interfața apă-țiței [26].

Fotografiindu-se cu mare viteză mișcarea picăturilor de apă cînd se produce coalescența lor, s-a constatat că viteza de coalescență a două picături de apă este proporțională cu cubul diametrului picăturilor [27].

Atît din literatura de specialitate cît și din cercetările efectuate la I.C.F.E., se constată că substanțele tensioactive neionice sînt mult mai eficace la tratarea emulsiilor de țiței decît actualii dezemulsionanți anionici D_4, D_5 și SN.

Explicația acestei eficacități superioare și deci a consumului specific mult mai redus pare a fi următoarea:

Moleculele de STA (substanțe tensioactive) neionice sînt foarte mari în raport cu cele de STA anionice. Datorită acestui fapt, pentru formarea unei pelicule coloidale la interfața apă-țiței, va fi nevoie de o cantitate de STA neionică mult mai mică, ținînd seamă mai ales și de modul deosebit de așezare a lor la această interfață.

Molecula de STA se va afunda mai mult sau mai puțin într-o fază sau alta, după cum predomină în moleculă faza hidrofilă sau hidrofobă (H.L.B.).

În cazul substanțelor cu activitate de suprafață neionice, partea hidrofilă o constituie lanțul etilenic sau propilenic.

La tratarea unei emulsii de țiței cu dezemulsionanți, se disting trei operații [40]:

1) Introducerea dezemulsionantului.

2) Spargerea emulsiei de țiței în cele două faze: *a)* flocularea și *b)* coalescența particulelor de apă.

3) Separarea celor două faze, țiței și apă.

1) Introducerea dezemulsionantului. Pentru ca dezemulsionantul să ajungă la interfața apă-țiței a fiecărei particule de apă dispersată în masa de țiței, el trebuie să fie bine dispersat în emulsia de țiței. Această dispersie nu trebuie făcută printr-o agitare puternică produsă cu pompele centrifuge cu turație mare, deoarece în acest caz se va mări și mai mult gradul de dispersie al apei din emulsie, ceea ce ar duce la o stabilitate mare a emulsiei.

În practică s-a constatat că o agitare slabă într-un timp mai îndelungat elimină inconvenientul arătat, asigurînd rezultate bune în spargerea emulsiilor de țiței.

2) *Coalescența picăturilor de apă.* Condițiile care trebuie create pentru a se asigura această coalescență sînt :

a) O mișcare moderată a picăturilor de apă.

b) Reducerea viscozității fazei țiței cît mai mare, care se face printr-o încălzire ușoară a emulsiei. S-a arătat mai înainte că, prin încălzire, energia de mișcare a particulelor de apă crește și deci numărul de ciocniri ale lor în unitatea de timp crește. Prin aceasta se asigură o coalescență mai rapidă a picăturilor de apă și deci și mărirea volumului lor. Acest fapt va asigura separarea celor două faze.

3) *Separarea fazelor.* La separarea fazelor, factorul determinant este viteza de depunere care urmează relația lui Stokes :

$$V = \frac{2 \cdot r^2 \cdot g\,(\rho_a - \rho_t)}{9\eta}$$

unde :

V este viteza de depunere ;
r — raza picăturii ;
g — accelerația gravitației ;
ρ_a — densitatea apei ;
ρ_t — densitatea țițeiului ;
η — viscozitatea țițeiului.

Din legea lui Stokes rezultă că separarea fazelor poate fi accelerată prin : mărirea razei picăturilor ; mărirea diferenței de densitate între faze ; reducerea viscozității țițeiului.

Mărirea razei picăturii de apă se realizează prin coalescență.

Diferența de densitate se realizează mărind temperatura emulsiei, fiind știut că coeficientul de dilatare al apei este mai mare decît al țițeiului, ceea ce face ca raportul dintre densitate să se schimbe la temperatură, lucru ce nu s-ar întîmpla dacă ambele lichide ar avea același coeficient de dilatare.

Viscozitatea emulsiei de asemenea poate fi redusă prin mărirea temperaturii.

*

Metoda de lucru folosită în laborator pentru spargerea emulsiilor de țiței [42]

Emulsia de țiței (100 g), înainte de a fi tratată cu dezemulsionant, a fost omogenizată la temperatura camerei, prin agitare, apoi încălzită pe baie de apă la 48 ± 0,5°C, în cilindri gradați de 250 ml capacitate, cu dop șlefuit.

Dezemulsionantul, dizolvat în apă în concentrație de 1 sau 5 %, s-a adăugat emulsiei astfel pregătită, cu ajutorul unei micropipete.

După adăugarea dezemulsionantului, s-a agitat conținutul cilindrului cu o viteză constantă, 60 de răsturnări pe minut, timp de trei minute, apoi s-a lăsat cilindrul în baie la temperatura de 40—45°C, citindu-se din oră în oră volumul de apă separată sau de emulsie cu apă.

Pentru stabilirea eficacității dezemulsionanților și pentru a se stabili dezemulsionantul specific emulsiei, s-a procedat ca mai sus, variind atît cantitățile de dezemulsionant cît și natura dezemulsionantului, urmărindu-se grafic pe coordonate variația cantității de apă depusă, în funcție de timp și de cantitatea de dezemulsionant.

La I.C.F.E. s-a urmărit atît eficacitatea unor dezemulsionanți neionici cît și a amestecurilor sinergetice pe emulsiile de țiței de Moinești C, Țintea B, Țintea C, Teiș C și Băicoi-vest C.

Caracteristicile emulsiilor cercetate sînt arătate în tabela 5.

Concluzii [42]

1. În urma cercetărilor de laborator efectuate se indică pentru tratamentele de suprafață dezemulsionanții neionici arătați în tabela 4.

Tabela 4

Denumirea emulsiei de țiței	Cantitatea, kg/vag.	Dezemulsionanții neionici	Dezemulsionant		Economii la 100 vag. Costul dezemulsionantului socotit D_5 = 5 lei/kg neionici = 15 lei/kg
			anionic	kg/vag.	
Moinești C	0,250/0,500	OF_{34}	$SN+D_4$	30	14 200
Țintea B	3,5—4	IOF_{15}	$\frac{1}{2}$ D_5	26	3 300
Țintea C	2—3	OF_{34}	D_5	14	2 500
Cartojani A_3	1—1 500	IOF_{15}	D_5	8	1 800
Băicoi-vest	1—1 250	IOF_{15}	$SN+D_5$	11	3 600

2. S-a constatat că pentru fiecare emulsie de țiței există o concentrație optimă a soluției de dezemulsionant, pentru a se obține efectul maxim de dezemulsionare. Dacă se depășește cantitatea minimă de dezemulsionant, eficacitatea lui la dezemulsionare scade.

3. Fiecare emulsie de țiței constituie o problemă aparte, care trebuie studiată în prealabil în laborator pentru a se constata care este dezemulsionantul adecvat și care este cantitatea optimă necesară pentru dezemulsionare.

4. Atît din cercetările făcute la I.C.F.E. cît și din datele din literatura străină de specialitate, se constată că eficacitatea substanțelor tensioactive neionice este net superioară celor anionice, care se folosesc astăzi la noi.

Cercetări de laborator în vederea aplicării substanțelor tensioactive neionice la tratarea în straturile petroliere [42]

Metoda folosită pentru cercetarea substanțelor neionice, în laborator, în vederea aplicării lor la tratarea sondelor în șantier [28] a fost descrisă în literatura de specialitate și constă

Tabela 5

CARACTERISTICILE EMULSIILOR DE ȚIȚEI CERCETATE ȘI EFICACITATEA DEZEMULSIONANȚILOR NEIONICI FAȚĂ DE ANIONICI [42]

Determinări		Emulsii					
		A	B	C	D	E	F
Densitatea ρ_4^{20}		0,859	0,9208	0,900	0,953	0,9142	0,9618
Conținut de apă (distilare), %		4	32	23	30	13,8	41,2
Sare (cloruri), kg/vag.		60	212	368	153	26	638,6
Salinitatea apei, %		14,9	6,58	16,07	5,11	1,9	15,5
Centrifugă	Conținut în apă, %		30,0	4,0	4,0	7,0	15,0
	Emulsie, %	—	3,4	26,0	96,0	90,0	83,5
Cantitatea de D_5 necesară pentru dezemulsionare, kg/vag.		11	30 {19,8 SN; 10,2 D_4}	14,0	26,0	8,0	14,0
OF_{34}, kg/vag.			2	4		3	
OC_{42}, kg/vag.			0,250			3	
DC_{41}, kg/vag.			0,250				
AN IV_{42}, kg/vag.			0,500				
IOF_{34}, kg/vag.				3			6
90% IOF_{15}, kg/vag. 10% IOF_{24}, kg/vag.					3,5		
IOF_{11}, kg/vag.						1	
IOF_{15}, kg/vag.		1				1	
IOF_{30}, kg/vag.						3	
AN IV_{14}, kg/vag.						2	
50% IOF_{34}, kg/vag. 50% D_5, kg/vag.							5
10% OF_{11}, kg/vag. 90% IOF_{34}, kg/vag.							6

în dislocuirea țițeiului din nisip, cu diferite soluții de substanțe tensioactive neionice, în soluții apoase de diferite concentrații, prin centrifugare.

Relația care arată legătura dintre tensiunea interfacială și presiunea diferențială necesară pentru a deplasa picăturile de apă care au blocat un por capilar este:

$$\Delta p = 2\gamma\, 1{,}2.\ \cos\theta \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right),$$

în care:

γ este tensiunea interfacială apă-țiței, dyne/cm;

r_1 — raza canalului capilar;

r_2 — raza picăturii de apă;

θ — unghiul de contact apă-rocă.

Se vede că cu cît γ este mai mic cu atît scade presiunea diferențială necesară deplasării apei din porul capilar.

Metoda de lucru după Dunning [28]

1. Pregătirea nisipului. S-a întrebuințat nisip cuarțos de Făget cu granulația 40—70 mesh ∮ ochi sită — 0,42 — 0,2 mm.

Nisipul a fost tratat în prealabil cu amestec cromic spălat cu apă distilată și cu acetonă și uscat la 105°C.

2. Pregătirea țițeiului. Țițeiul colectat de la capul de erupție al sondei a fost deshidratat în laborator termic, și apoi încălzit pe baie de apă pînă la 50°C, pentru eliminarea părților ușoare.

Nisipul uscat a fost îmbibat cu 7% țiței anhidru, omogenizînd proba cît mai bine, și lăsat apoi în repaus 12—14 ore.

Într-o fiolă de centrifugă specială prevăzută cu un gît lung și gradat în 0,1 cm, s-au introdus 10 g nisip îmbibat cu țițeiul pregătit ca mai sus; peste nisip s-a adăugat o soluție de apă

sărată ce conține substanța tensioactivă respectivă. S-a încălzit fiola pe baia de apă la 45°C (±1°C) apoi s-a supus la centrifugare timp de 45 min, la o turație de 1 200 rot/min. S-a lăsat fiola la temperatura camerei, apoi s-a citit cantitatea de țiței separată, exprimîndu-se în procente.

Concentrația soluției în substanța tensioactivă a fost de 0,3%. În tabela 6 sînt trecute sondele de țiței care au fost studiate în laborator, pentru alegerea dezemulsionantului optim pentru tratarea lor [40].

Tabela 6

SONDELE CERCETATE ȘI SUBSTANȚELE TENSIOACTIVE NEIONICE INDICATE PENTRU TRATAREA LOR

Schela	Nr. sondei	ρ_4^{20}	Impurități, %	Tensiune interfacială 23°C	Substanța tensioactivă indicată	Eficacitatea, %
Hîrlești	1	0,913	5,4	1,21	$OF_{34}(OF_9)$	82
Cîmpina	2	0,8645	0	1,32	OC_7	89
	3	0,8456	10	1,03	OF_{34}	90
	4	0,8377	2	1,30	OF_{34}	90
	5	0,8450	0	1,25	OF_{34}	95
	6	0,8385	0,1	3,00	OF_{34}	82
	7	0,8395	0,7	1,05	OF_{34}	78
	8	0,8390	0,1	1,50	OF_{20}	52
	9	0,8396	26,0	1,85	IOF_{20}	74
	10	0,8420	5	1,64	OF_{34}	80
	11	0,8432	16	1,20	OF_{34}	60
	12	0,8426	20	2,00	IOF_{23}	75
	13	0,8389	86	1,00	OC_7	80
Moinești	14	0,8558	0,3	0,90	OF_{34}	90
	15	0,8610	0,1	1,50	OF_{34}	90
Boldești	16	—	60	2,0	OF_{20}	80
	17	—	0,8	1,3	OF_{34}	74
	18	—	4	2,5	$ANIV_{37}$	91
	19	0,856	40	1,5	OC_7	60
	20	0,863	1,5	1,63	OF_7	68
Berca	21	0,8612	20	0,83	IOF_{15}	83
	22	0,8484	55	1,93	OC_7	70
		—	2,5	1,23	OF_{34}	96
Ludești	23	—	—	1,15	OF_{34}	75
Țicleni	24	—	30	1,00	OC_7	75

III. TRATAREA CU SUBSTANȚE TENSIOACTIVE NEIONICE A STRATURILOR PETROLIERE

După cum se știe, roca în care este înmagazinat țițeiul într-un zăcămînt prezintă o porozitate mai mare sau mai mică, diametrul mediu al porilor fiind situat între 5 și 20 μ.

Mișcarea țițeiului, a apei și a gazelor în condițiile de strat, adică trecerea lor prin porii rocii-magazin, este determinată atît de forțele hidrodinamice cît și de forțele moleculare de suprafață. În cazul presiunilor mici, acțiunea forțelor moleculare este hotărîtoare în deplasarea țițeiului spre talpa sondei.

Fenomenele care se petrec în strat și explicarea lor [42]

Se cunosc o serie de cauze concrete care duc la scăderea productivității sondelor, și anume:

1. Pătrunderea apei în zona de la talpa sondei. Pătrunderea apei în zona de la talpa sondei și scăderea corespunzătoare a permeabilității stratului față de țiței poate avea loc din mai multe cauze.

La deschiderea stratului sau în timpul lucrărilor de reparații, folosindu-se fluide de foraj, preparate pe bază de apă, apa se separă și, datorită presiunii create, deplasează țițeiul, ocupînd spațiul porilor din jurul găurii de sondă.

Din această cauză, la exploatarea unei asemenea sonde, afluxul de țiței spre talpa sondei va fi împiedicat, în special în prezența apei dure. Iată de ce adăugarea substanțelor tensioactive în compoziția fluidelor de foraj folosite în operațiile menționate este obligatorie. Prezența acestor substanțe tensioactive preîntîmpină formarea straturilor peliculare de apă în zona de la talpa sondei, și ca urmare se observă o creștere a debitului de țiței și scăderea debitului de apă.

2. Formarea emulsiilor în zona de la talpa sondei. Pentru prevenirea formării unei emulsii stabile în zona de la talpa sondei este necesar să se prevină adsorbția substanțelor asfalto-rășinoase, care sînt emulgatori naturali pe interfața țiței-apă. Acest lucru este posibil prin tratament cu substanțe tensioactive. În urma acestui tratament, apa pătrunsă în stratul de țiței nu mai are timpul necesar să formeze o emulsie stabilă în prezența emulgatorului natural, deoarece, pentru adsorbția moleculelor cu lanț lung a substanțelor asfalto-rășinoase, pe interfața țiței-apă, în scopul formării peliculei protectoare stabilizante, este necesar un interval de timp mai mare decît pentru adsorbția moleculelor substanței tensioactive adăugate, care are un lanț incomparabil mai scurt.

A. T. Kocimarov (VNII) preconizează o metodă de tratament cu substanțe tensioactive dizolvate în țiței cald, în concentrație de 3%. În acest caz se produc o hidrofobizare a rocii și concomitent o dizolvare a peliculei asfalto-rășinoase în țițeiul cald. Prin introducerea în strat a unui țiței în care s-au dizolvat substanțe tensioactive, se urmărește nu numai împin-

gerea apei în spatele coloanei, ci și crearea condițiilor normale pentru asigurarea afluxului de țiței spre filtru.

3. Umflarea marnelor (argilelor) *și depunerea particulelor saline în porii zăcămîntului din zona de la talpa sondei.* Studiul funcționării sondelor forate în rocile cu un mare conținut de argile arată că afluxul fluidului țițeiului, spre talpa sondei, este urmat de o colmatare treptată a zonei de talpă.

În final, o parte din suprafața canalelor porilor deschiși la ambele capete poate fi considerabil redusă sau total blocată, ceea ce duce la scăderea productivității sondei.

În sondele care produc țiței fără apă (curat), procesul colmatării poate să nu apară. Cînd însă în producția sondei există și apă, atunci colmatarea are loc mult mai intens. Aceasta se explică prin faptul că particulele de argilă din rocă se dispersează treptat sub acțiunea apei, iar parte din ele, umflate, se depun pe pereții interiori ai canalelor porilor, fie în timpul mișcării fluidului spre talpa sondei, fie în timpul opririi acestuia.

Mecanismul înlăturării particulelor ce obturează porii constă în aceea că substanțele tensioactive introduse în strat peptizează particulele coloidale de rocă floculate, trecîndu-le astfel din nou în faza lichidă. La repunerea sondei în funcțiune, după tratament, marnele astfel peptizate sînt evacuate din sondă.

4. Tratamentul fizico-chimic al zonei de la talpa sondei. Pe lîngă folosirea apei sau a țițeiului ca mediu vehiculant, la tratarea sondelor cu substanțe tensioactive, în Uniunea Sovietică, s-a folosit și aerul.

Aerul injectat în strat împinge de asemenea apa în adîncul stratului, iar bulele de aer favorizează ruperea interstițiului hidratat. Bulele de aer se lipesc pe suprafața solidă și prin aceasta favorizează hidrofobizarea suprafeței mediului poros. Substanțele tensioactive măresc viteza și forța de lipire a bulelor de aer pe suprafețele solide, și în felul acesta rezultatele obținute la tratamentele cu aer și substanțe tensioactive sînt mult superioare tratamentelor numai cu aer.

Cercetările efectuate pînă în prezent explică fenomenele din strat și conchid că se poate combate infiltrarea de apă frecventă din conuri, acolo unde există o porozitate intergranulară sau intercristalină și unde țițeiul apare ca o fază continuă.

În acest caz, forțele capilare favorizează formarea conurilor de apă și deci prin schimbarea acestor forțe capilare în vecinătatea găurii de sondă se va preveni sau micșora intrarea apei în sonde.

Aceste schimbări se pot obține prin:

a) reducerea tensiunii interfaciale apă-țiței la o valoare scăzută;

b) schimbarea unghiului de contact dintre țiței-apă-solid, astfel încît țițeiul să devină faza umectantă.

A doua alternativă pare să prezinte unele avantaje, întrucît face uz de forțele capilare

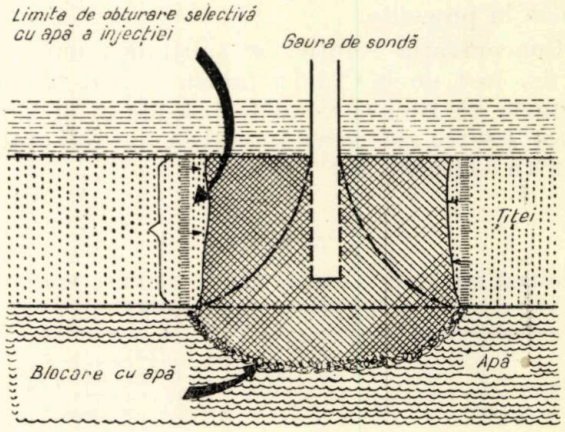


Fig. 3. Acțiunea de blocare selectivă a apei în cazul formării conurilor [32].

pentru a suprima tendința de formare a conurilor și se poate realiza cu o cantitate relativ mică de substanță tensioactivă.

Experiențele au arătat că atunci cînd se injectează într-un nisip saturat cu apă o soluție de substanță tensioactivă hidrofobă, apa este îndepărtată ca și cum ar acționa un piston, vîrful conului lăsîndu-se în jos (fig. 4) [31], [32].

În timpul injecției nu se formează o emulsie, dar la inversarea direcției de curgere, cînd apa pătrunde înapoi în zona ocupată de țițeiul cu substanța tensioactivă hidrofobă, se formează o emulsie groasă și curgerea este blocată. Acest lucru are loc deoarece în timpul injecției soluția de substanță tensioactivă invadează porii hidrofobizați. La inversarea direcției de curgere,

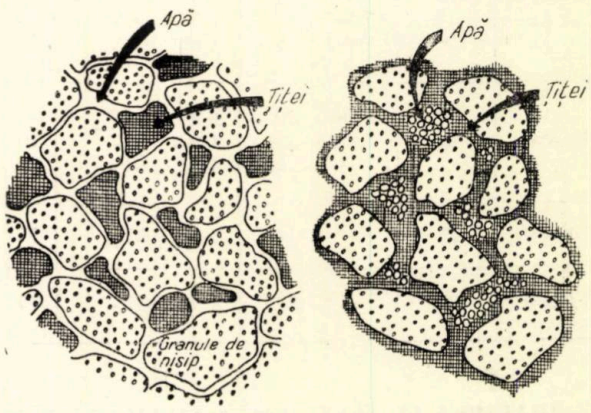


Fig. 4. Distribuția fluidelor în roca-magazin, înainte și după tratamentul pentru blocarea apei [32].

apa trebuie să devină faza internă. Întrucît aceste substanțe tensioactive produc numai emulsii de tip A/U, nu se formează globule de apă în timpul injecției, dar se formează

ușor globule de apă la inversarea direcției de curgere [32].

În concluzie, mecanismul fenomenelor ce au loc la tratamentele cu substanțe tensioactive în zona de talpă a sondei se poate explica astfel:

Se știe că apa apare deseori în producția sondelor atunci cînd conținutul de țiței în roca-magazin este încă destul de ridicat.

Această apariție este legată, într-o serie de cazuri, de diferența mare dintre viscozitatea apei și cea a țițeiului, îndeosebi în zonele cu presiune joasă. În aceste condiții apa înaintează cu o viteză considerabil mai mare spre zonele cu presiune scăzută, prin sectoarele mai permeabile ale stratului, ocolind sectoarele ce conțin țiței, care sînt comparativ mai puțin permeabile.

Pentru explicarea cauzelor ce asigură creșterea debitelor sondelor tratate, în zona de talpă, cu substanțe tensioactive, analizăm două cazuri ce pot apărea după astfel de tratamente:

a) Cazul cînd cresc debitele, atît al apei cît și al țițeiului.

b) Cazul cînd crește debitul de țiței și scade cel de apă.

a) Pentru primul caz se consideră, că sub acțiunea apei, în zona filtrantă s-au depus pelicule formate din substanțe asfalto-rășinoase, care obturează parțial roca.

Tratînd stratul cu substanțele tensioactive, peliculele sînt desprinse de pe suprafața filtrantă, emulsia eventual formată este desfăcută și din strat pornește afluxul de țiței și apă în același raport procentual, dar în cantități considerabil mai mari.

b) Al doilea caz se consideră momentul cînd conul de apă (fig. 3) se găsește deja în perforaturi. În acest caz, un tratament relativ îndelungat cu substanțe tensioactive duce la hidrofobizarea rocii. Datorită acestui fapt, crește filtrabilitatea rocii față de țiței și scade cea față de apă (filtrare selectivă).

Cercetînd în esență fenomenul de înlăturare sau diminuare a influenței negative a apei ce a pătruns în zona de talpă a sondei și care provoacă scăderea permeabilității rocii față de țiței, se trage concluzia că problema nu constă numai în expulzarea apei din zona de talpă a sondei în adîncul stratului, ci și în crearea condițiilor favorabile pentru afluxul de țiței.

La reluarea exploatării sondei, apa pătrunde din nou în zona de la talpa sondei, pe aceleași căi prin care a fost împinsă periferic.

De aceea, concomitent cu expulzarea apei din zona talpei sondei în adîncul stratului, trebuie create bariere în calea mișcării inverse a apei, din adîncime spre talpa sondei. Aceasta se realizează modificînd natura moleculară a suprafeței rocii, prin inversarea udării selective. Apa, pătrunzînd în zona de la talpa sondei și aflîndu-se aici timp îndelungat, hidrofilizează o apreciabilă parte a suprafeței mediului poros, și prin aceasta scade permeabilitatea rocii pentru țiței.

Soluțiile cu substanțele tensioactive sînt tocmai destinate să modifice natura moleculară a suprafeței mediului poros.

Introducînd soluțiile cu substanțe tensioactive în strat, moleculele lor se orientează cu grupele polare hidrofile spre suprafața hidrofilă a mediului poros din zona talpei sondei, iar cu resturile hidrobobe spre exterior, provocînd astfel hidrofobizarea suprafeței mediului poros (fig. 2).

În modul acesta suprafața mediului poros devine, din hidrofilă, hidrofobă; în acest caz afinitatea ei fizico-chimică pentru apă scade și crește cea pentru țiței.

În aceasta constă cauza creșterii debitului de țiței și scăderii debitului de apă în sondă.

Durabilitatea efectului produs de tratamentul cu substanțe tensioactive va depinde de timpul în care moleculele substanței tensioactive se vor menține adsorbite pe suprafața mediului poros. Cu cît vor fi spălate mai din timp aceste molecule de substanțe tensioactive de către apă, cu atît mai scurtă va fi durata efectului pozitiv al lor.

Ridicarea productivității sondelor prin tratarea lor cu substanțe tensioactive trebuie așteptată și în acele cazuri în care țițeiul are un conținut mare de rășini, de asfaltene, de parafine și cînd roca conține particule din acestea dispersate coloidal.

Este evident că o măsură „profilactică", prin tratarea periodică a sondei cu soluții ce conțin substanțe tensioactive, constituie un factor important pentru menținerea productivității sondelor la un nivel înalt.

Rolul substanțelor tensioactive în aceste tratamente poate fi rezumat astfel:

Pătrunzînd în zona talpei sondei, substanța tensioactivă curăță suprafața internă a canalelor porilor de depunerile peliculare asfalto-rășinoase și de colmatările cu particule de argilă, apoi adsorbindu-se cu grupele polare pe suprafața solidă a rocii-magazin și cu catenele nepolare (lanț de hidrocarburi), orientîndu-se la exterior, provoacă hidrofobizarea acestei suprafețe, ușurînd trecerea țițeiului prin pori.

În sfîrșit, introducerea în strat a substanțelor tensioactive produce desfacerea emulsiei, care contribuie la blocarea filtrului și, în consecință, ameliorează afluxul țițeiului spre talpa sondei.

Din analiza influenței substanțelor tensioactive asupra productivității sondelor și din datele practice de pe șantier, rezultă că metoda de tratament fizico-chimic cu substanțe tensioactive este de mare perspectivă, fiind de înaltă eficacitate, pentru ridicarea productivității sondelor și pentru normalizarea producției unui

apreciabil număr de sonde din fondul de exploatare.

V. A. Amian [30] recomandă următoarea schemă tehnologică pentru tratamentul zonei de la talpa sondei, cu substanțe tensioactive:

a) se extrage pompa de adîncime;

b) se verifică starea filtrului dacă este parțial sau total înnisipat; se procedează la spălarea lui;

c) se coboară țevile de extracție pînă la mijlocul filtrului și se verifică receptivitatea sondei;

d) se pompează soluția ce conține substanța tensioactivă adecvată și se presează aceasta în strat;

e) se pune în funcțiune sonda, după un interval anumit de timp.

Debitul sondei trebuie crescut uniform și într-un interval de timp cît mai îndelungat, pentru a nu crea căderi mari de presiune, care pot să anihileze total, sau în parte, efectul tratamentului, antrenînd la suprafață agentul adsorbit.

Bineînțeles că aceasta este o schemă de principiu, care în condiții practice poate fi modificată după nevoie. Cantitatea de soluție tensioactivă pompată în strat variază, după receptivitatea sondei, de la 10 la 20 m^3, iar concentrația substanței tensioactive în soluție variază de la 0,3 la 2%. Exploatarea sondei după tratament se recomandă a se face după 48—72 ore de la introducerea substanței tensioactive în strat și menținerea ei sub presiune.

De obicei [42], tratamentul cu substanțe tensioactive în strat se face cu un packer, montat cît mai aproape de intervalul productiv. Acest lucru servește la evitarea pompării apei din tubing în zona de țiței, înainte de tratament.

Packerul nu este necesar cînd nivelul fluidului se poate coborî la intervalul de tratat.

Pentru a se asigura că zona este saturată de țiței pînă la coloană, în momentul tratării, sonda se produce cu o alură mare după montarea packerului, pînă aproape de momentul cînd se efectuează tratarea.

Acest fapt face ca apa să iasă din zona productivă de țiței din jurul găurii de sondă.

S-a demonstrat că, dacă se injectează soluția cu o viteză mică, cele cîteva sute de kilograme de apă din tubing trec înapoi în zona de apă, aproape fără să inunde zona de țiței.

În timpul injecției soluției tensioactive se urmărește ca presiunea să nu se apropie de presiunea de fisurare a formațiunii, sau, în cazul sondelor care au fost fisurate, să nu se apropie de presiunea de tratare.

Soluția rămasă în tubing se împinge mai departe în zăcăminte la distanța dorită, cu o mică cantitate de țiței.

După tratament se extrage prin pistonare cantitatea de țiței folosită la împingerea soluției în formațiune. Acest fapt face ca fluidele să migreze către gaura de sondă și, acolo unde apa încearcă să dislocuiască soluția de substanță tensioactivă, se formează un blocaj. Sonda poate reintra imediat în producție.

Acest fel de tratament, deși eficace acolo unde există o porozitate intergranulară sau intercristalină și unde țițeiul apare ca o fază continuă, nu are nici un efect în fisuri deschise, canale etc., întrucît mecanismul blocării se bazează pe interstițiile porilor.

Dacă apa și țițeiul trec concomitent sau alternativ prin aceiași pori, acest tratament este ineficace. În privința cantității de soluție tensioactivă introdusă în strat se menționează că la experimentările menționate ea a fost de cîte 10 m^3 pentru fiecare soluție.

IV. APLICAȚII ÎN SCHELE. REZULTATE OBȚINUTE [40]

A. Tratarea emulsiilor de țiței la suprafață

Pentru experimentarea produșilor neionici la tratarea țițeiului s-au ales două dintre cele mai stabile emulsii din Regiunea Ploiești, și anume: emulsia produsă de țițeiul B din schela A și emulsia produsă de țițeiul C greu din schela B.

1. *Tratarea țițeiului B din schela A*

Acest țiței se tratează numai parțial în schelă, folosindu-se 24 kg/vag. D_5. După o recirculare de 16 ore pentru o cantitate de 180 t țiței murdar și o decantare de circa 12 ore, impuritățile țițeiului scad la circa 2—5%. Pentru a se preda rafinăriilor conform normelor în vigoare, acest țiței astfel tratat se amestecă cu țiței curat.

Tratarea cu dezemulsionantul neionic IOF_{15} s-a făcut asupra unui lot tot de 180 t țiței murdar cu 12% impurități, utilizînd 4 kg/vag. ICFEOL OF_{15}.

Din lipsa unei posibilități de injectare continuă a dezemulsionantului și a unei posibilități de amestecare sau de producere a unei curgeri turbulente, întreaga cantitate de dezemulsionant s-a introdus în rezervor, peste țițeiul murdar, și s-a început recircularea lui în același rezervor. Recircularea a durat 12 1/2 ore, după care țițeiul a fost lăsat în decantare. La controlul de laborator, s-a constatat că emulsia s-a desfăcut, dar țițeiul mai conținea încă 1,2% apă. Acest fapt arăta că țițeiul mai trebuie agitat. S-a procedat atunci la transvazarea lui în alt rezervor. La terminarea transvazării, țițeiul a avut 0,2% impurități.

2. *Tratarea țițeiului din schela B*

Țițeiul murdar se tratează în mod normal în această schelă cu 12 kg/vag. D_4+3 kg/vag. D^5, fiind supus unei încălziri la 50°C și recirculat, în care timp i se adaugă întreaga cantitate de dezemulsionant nediluat, sub recirculare continuă, pentru dispersarea dezemulsionantului

în masa țițeiului. După circa cinci decantări de cîte 10—16 ore, țițeiul ajunge la 0,2 —0,4% impurități, cînd se poate preda.

La tratarea cu dezemulsionantul neionic s-a procedat astfel: după încălzirea țițeiului la 49°C, s-a introdus dezemulsionantul IOF_{15} în cantitate de 1,15 kg/vag. nediluat și s-a recirculat cu pompa șapte ore. La încetarea recirculării impuritățile au scăzut de la 4%, cît au fost înainte de tratare, la 0,65%, iar după o oră au scăzut la 0,4% cu 4 kg sare/vagon. În aceste condiții, țițeiul corespunde normelor de calitate în vigoare.

B. Tratamentul în stratul petrolier [40]

În vederea experimentării substanțelor tensioactive neionice, fabricate în stația-pilot a I.C.F.E.-Cîmpina, s-au făcut tratamente la un număr de 18 sonde, în schelele: C; Bo; L; H; G; A; P și B.

Aceste tratamente au avut un caracter experimental, informativ, și s-au făcut în tot felul de situații, cînd s-a manifestat o scădere de producție a sondei. Astfel, aceste substanțe tensioactive s-au încercat la sonde care produceau apă multă, sau la sonde cu apă puțină, la sonde blocate cu noroi de foraj sau cu marne din strat, la sonde cu blocaj de emulsie și la sonde la care nu se cunoștea natura blocajului.

Numărul tratamentelor efectuate nu poate fi considerat ca suficient pentru a putea trage concluzii definitive asupra modului de aplicare sau asupra felului substanței de aplicat, întrucît, cu creșterea gradului de polioxietilare a substanțelor neionice întrebuințate, ele capătă proprietăți diferite.

Rezultatele obținute la aceste tratamente sînt arătate în tabela 7.

Din experimentările efectuate se pot face următoarele observații:

1. În cazul sondelor care produc cu apă multă, tratamentele cu substanțe tensioactive neionice hidrofile, de tipul OF_{34}, au dat în schela C două rezultate negative (sondele 623 și 632), iar sondele tratate în schela Bo au dat un rezultat pozitiv (sonda 10) din două sonde tratate. Făcîndu-se un tratament cu o substanță tensioactivă hidrofobă (OC_7), la sonda 8 schela C, care producea de asemenea cu apă multă, s-a constatat, după tratament, un mic plus de producție, de 0,5 t/zi, fără a se reduce procentul de apă produs.

Din cazurile menționate se poate deduce că, pe lîngă cantitățile mari de apă produse de sonde, au mai existat și alte cauze necunoscute personalului din schele și care au influențat eficacitatea tratamentului.

2. În cazul sondelor cu apă pînă la 20%, tratamentele cu substanțe tensioactive hidrofile au dat rezultate bune, atît în schela C cît și în schela Bo (schela C la sondele 1, 2, 4, și 6 și schela Bo la sondele 11 și 12).

3. În cazul sondelor blocate cu noroi de foraj, cînd acest noroi a fost în cantitate mică, tratamentele cu substanțe tensioactive au fost eficiente. Acesta a fost cazul sondei 1 C, care s-a blocat cu noroi la omorîrea ei, și cazul sondei 14 L, care după două tratamente cu OF_{34} a pornit cu 32 t/zi, timp de 23 zile, cînd au apărut viituri de marnă din strat.

Cînd însă cantitățile de noroi de foraj sînt foarte mari, ca în cazul sondelor 13 H și 15 G, tratamentele și modul cum au fost aplicate de noi au fost fără rezultat.

În aceste cazuri poate că ar trebui aplicate tratamente speciale, cu cantități mult mai mari de substanțe tensioactive și la o presiune mai mare.

4. În cazul blocajului cu marne din strat, tratamentele aplicate au fost fără rezultat; astfel a fost cazul sondei 14 L, după inundare cu marnă din strat, cînd trei tratamente consecutive cu substanțe tensioactive au rămas fără rezultat.

5. O ultimă categorie de sonde au fost acelea nestudiate în laborator în prealabil, la care sau făcut tratamente la cererea conducerii schelelor. Astfel s-a tratat sonda 18 P, la care se bănuia că există țiței, dar la care atît tratamentele anterioare cît și cel cu OF_{34} nu au produs țiței.

Tot în această categorie trebuie incluse și sondele 17 B și 16 A, la care producția a scăzut fără a se cunoaște cauza și la care s-au făcut tratamente cu substanțe tensioactive, fără o cercetare prealabilă de laborator. Tratamentele au fost fără rezultate.

În total, în urma tratamentelor efectuate la unele sonde în schelele C, Bo și L, s-a obținut, în ultimul trimestru din anul 1961, un plus de producție de circa 2 500 t țiței.

Modul cum a evoluat producția de țiței după tratamentele cu substanțe tensioactive se poate urmări în graficele nr. 1 și nr. 2 din figura 5, în care sînt reprezentate două cazuri, unul cu rezultate pozitive și altul cu rezultate negative.

V. CONCLUZII

Din rezultatele obținute prin aplicarea substanțelor tensioactive neionice, la tratarea în strat și la tratarea emulsiilor de țiței la suprafață, se desprind următoarele concluzii:

1. Substanțele neionice aplicate s-au dovedit eficiente în majoritatea cazurilor la tratarea țițeiului la suprafață și la tratamentele în strat, în special la sondele cărora li s-a făcut în prealabil o cercetare în laborator.

2. Aplicarea tratamentelor în strat trebuie să se facă pe o scară mult mai mare, întrucît se dă posibilitatea schelelor de a mări productivitatea sondelor și de a normaliza funcționarea celor aflate în exploatare. Aceasta va servi de asemenea și la tragerea unor concluzii

Tab

SITUAȚIA SONDELOR LA CARE S-AU

Nr. crt.	Schela	Sonda	Sistemul de extracție	Formațiunea geologică	Perforatori	Înainte de tratare			Impurități, %	Producție, t/zi	Tratare substanțe tensioactive
						duza, mm	presiunea atmosferică				
							tubing	coloană			
1	C	1	Gazlift	Helveţian	1 263—1 254 1 246—1 232 1 226—1 204	12—14	8—11	24—26	10,0	10,0	OF_{34}, 36 kg
2		2	Pompaj	Oligocen	1 080—1 070 1 062—1 036				22	3,0	OF_{34}, 40 kg
3		3	Pompaj	Meoţian II	1 257—1 262				67	0,7	OF_{34}, 15 kg
4		4	Gazlift	Meoţian II	1 354—1 323 1 316—1 298	8,5	6—8	24	0,6	7,0	OF_{34}, 60 kg
5		5	Pompaj	Meoţian II	812—806 79[illegible]—790				90	4,0	OF_{34}, 17 kg
6		6	Pompaj	Meoţian I	1 036—1 028				0,6	4,5	OF_{34}, 12 kg
7		7	Pompaj	Meoţian II	1 244—1 225				50	5,0	OF_{34}, 30 kg
8		8	Pompaj	Meoţian II	837—832				85	1,5	OC_7, 9 kg în 30 t/ţiţei
9		9	Pistonaj	Oligocen	2 066—2 054				1,0	8,0	OF_{34}, 18 kg
10	Bo	10	Gazlift		1 956—1 946 1 925—1 910	liber	3—7	31—32	81,0	5,0	OF_{34}, 45 kg
11		11	Gazlift	Sarmaţian III	2 340—2 350	liber	4—6	24	7,0	6,0	OF_{34}, 10 kg
12		12	Gazlift	Meoţian I	2 690—2 684 2 682—2 675 2 596—2 590 2 588—2 580	liber	2—4	22—23	4,0	3,0	AN IV_{37}, 40 kg
13	H	13	Erupţie intermitentă	Albian I	1 198—1 204						OF_{34}=13 kg OF_9=15 kg
14	L	14	Erupţie	Meoţian	1 491—1 488						OF_{34} două tratamente iniţial a câte 10 kg
15	G	15		Meoţian	3 259—3 250 3 246—3 240 3 236—3 229						OF_{34}, 50 kg
16	A	16		Meoţian	1 794—1 791						OF_{34}, 10 kg
17	B	17	Pompaj	Meoţian	2 382—2 311					1,5	OF_{34}, 30 kg
18	P	18			879—870						OF_{34}, 15 kg

e l a 7

EFECTUAT TRATAMENTE CU STA NEIONICE

Concentraţie în apă sărată, %	Duza, mm	Presiunea atmosferică		Impurităţi, %	Producţie, t/zi	Diferenţa de producţie, t/zi		Observaţii
		tubing	coloană			plus	minus	
0,3	5,5	21—23	94	30	20—22	10—12	—	Blocată cu noroi la omorîrea sondei. Pornit în erupţie pînă la 5.IX.1961, cînd s-a distrus coloana. Intrat în reparaţie capitală
0,3				38	5,0	2,0	—	
0,3				90	0,1	—	0,6	
0,3	12	6—7	18—21	0,6	9—9,8	1,0		Mărit doza după tratament. În urma injecţiei de gaze sonda a devenit sondă de reacţie. Plusul de producţie se datoreşte probabil celor trei cauze. S-a apreciat că 1 t/zi se datoreşte tratării cu STA
0,3				84	4,0	—	0,8	S-au observat viituri de nisip după tratare
0,3				0,8/1,0	5,0	0,5	—	După tratare a apărut mult noroi şi nisip, care au necesitat curăţiri timp de nouă zile, după care sonda s-a repus în producţie
0,3				20—30	6,0	1,0	—	Blocaj cu apă sărată, introdusă la omorîrea sondei. După tratare a apărut 1,5% noroi, pentru un timp scurt
0,3				85	2,0	0,5	—	
0,3				1,0	8,0	—	—	
0,3	liber	3—7	32—33	80	10	5,0	—	Sonda produce cu un plus de 5 t/zi pînă la data de 15.X.1961, cînd este trecută în pompă
0,3	liber	3—5	35—36	15	21	15,0	—	Sonda, imediat după tratare, a avut o producţie de 3—5 t/zi. S-a dezvoltat după şapte zile
0,3	trecut în pompaj			12	7	1,0	—	Concomitent cu tratamentul s-a făcut o reperforare, s-a coborît tubingul şi s-a trecut sonda în pompă. Se apreciază că circa 1 t/zi se datoreşte tratării
0,3								Sonda blocată cu noroi de foraj. Tratările sînt fără rezultat
0,3	5,7	25—30	84	2,5	32	32	—	Sonda a produs în erupţie de la 15. VIII la 8.IX.1961, cînd s-a inundat cu viituri de marnă din strat. Trei tratamente cu OF_{34}, făcute după inundare, nu au dat rezultate
0,3								Nu se cunoaşte precis natura blocajului. Tratamentul efectuat timp de 22 ore, în care timp sonda nu a primit decît 1/3 din cantitatea care trebuia injectată. Presiunea în timpul injecţiei a crescut la 200 atm
0,3								Nu se cunoaşte natura blocajului. Tratamentul este fără rezultat
0,3					1,5			
0,3								Se pare că această sondă este neproductivă. În urma tratamentului a apărut apă sărată şi nisip

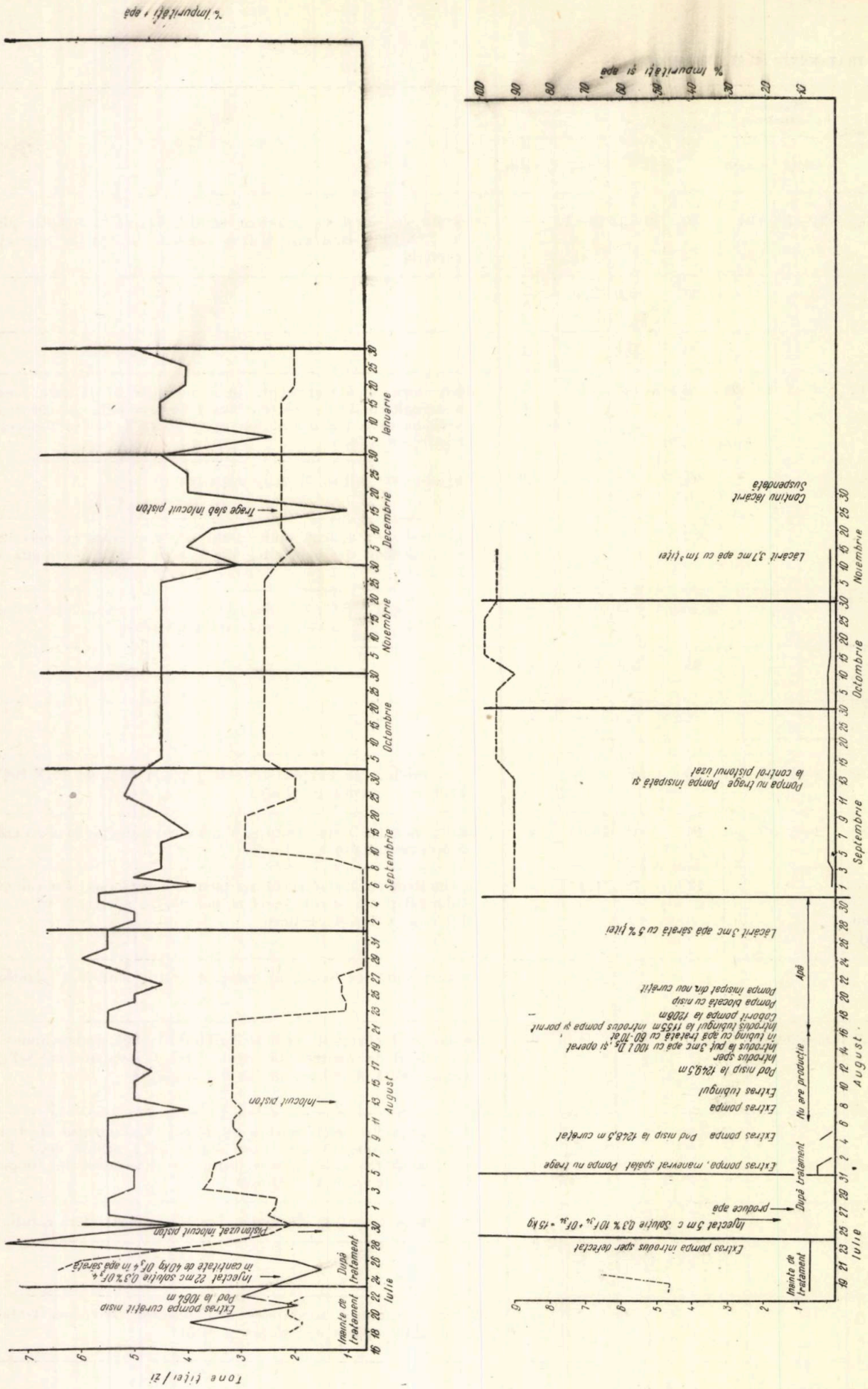


Fig. 5 :

Graficul nr. 1 : sonda nr. 3 C: ——— țiței; - - - - apă, impurități; Formațiunea : oligocen ; Perforaturi : 44 m ; Blocaj : emulsie ; Extracție pompă

Graficul nr. 2 : sonda nr. 3 C : ——— țiței ; - - - - apă și impurități ; Formațiunea : moezic ; Perforaturi : 10 m. Blocaj : apă sărată.

mai interesante asupra modului de utilizare a STA.

3. Tratamentele în strat trebuie aplicate periodic, intervalele stabilindu-se experimental pentru fiecare sondă.

4. Nu ne putem aştepta la o creştere de producţie a sondei, cînd aceste tratamente în strat se fac ca o ultimă instanţă şi cînd nu se mai poate face nimic pentru redresarea producţiei ei (cazul sondei 3 C) graficul nr. 2.

5. Pentru a se putea face o clasificare a sondelor în vederea tratării lor în strat cu substanţele cele mai adecvate, ţinînd seamă de cauzele blocărilor, va fi nevoie de mult mai multe şi variate cazuri de tratamente, din care se vor trage concluzii mai complete şi mai variate.

BIBLIOGRAFIE

[1] Schwartz, A. M., Perry, I. W. *Surface Active Agents. Their chemistry and technology*, vol. I şi II. Interscience Publichers Inc. New York, 1958.

[2] Schönfeldt, N. Nikolaus. *Oberflächen active Anlagerungs produkte des Aetylenoxyds, ihre Herstellung Ergenschaften und Anwendung.* Wissenschaftliche, Verlags. Geselschaft M.B.H., Stuttgart, 1959.

[3] Anastasiu, St., Jelescu, E. *Detergenţi şi alţi agenţi activi de suprafaţă.* Editura tehnică, Bucureşti, 1959.

[4] Markina, Z. N., Pospelova, K. A. şi Rebinder, P. A. *Dependenţa solubilităţii coloidale a unor lichide organice de concentrarea solventului.* În : Koloidnîi Jurnal, **16**, 1954, nr. 8 sept.-oct. p. 366—375.

[5] Wimacker — Weingaertner. *Tehnologie chimică organică*, vol. III, Editura tehnică, Bucureşti, 1959.

[6] Voicu, O. şi Popescu, F. Petrol şi Gaze, vol. **II**, 1960, nr. 8, p. 376—381.

[7] Voicu, O. şi Popescu, F. Revista de chimie, vol. **II**, 1960, nr. 10, p. 569.

[8] Voicu, O., Popescu, F., Basarabescu, T. Petrol şi Gaze, vol. **12**, 1961, nr. 4, p. 161—163.

[9] Voicu, O., Popescu, F. ş.a. Revista de chimie, vol. **13**, 1962, nr. 3.

[10] Voicu, O. Tema 1 B/1961. Arhiva I.C.F.E., 1961.

[11] Griffin, W. C. J. Soc. Cosmetic, 1, 1949, p. 311.

[12] Penescu, T. Petrol şi Gaze, 1958, nr. 3, p. 116.

[13] Levcenko, D. N., Hudiakova, A. D. ş.a *Substanţe tensioactive neionogene — dezemulsionanţi pentru emulsiile de ţiţei.* Himiia i tehhnologhiia topliv i masel, nr. 4, 1960, p. 24—30.

[14] Rakov, P. P. *Rezultatele aplicării industriale a substanţelor tensioactive neionice la dezemulsionare.* În : Neftiannoe hoziastvo, nr. 3, 1961, p. 46—51.

[15] Petrov, A. A. şi Barisov, N. P. *Deshidratarea şi desalinarea ţiţeiului.* În : Ghiprovstoknefti raport, 1957.

[16] Mavliutova, Mz. *Referat* UFNII *privind încercarea dezemulsionanţilor* VNIIP, 1958.

[17] Melvin de Groote: U.S. 2771430, 20 mai 1956; U.S. 2914844, 15 mai 1959; U.S. 2927631, 8 martie 1960; U.S. 2917505, 15 decembrie 1959.

[18] Labe, C. *Dezemulsionarea ţiţeiului*, I. În : Rev. de l'Institut Français du Pétrole, nr. 4, 1956, p. 584 —598.

[19] Labe, C. *Dezemulsionarea ţiţeiului*, II. În : Rev. de l'Institut Français du Pétrole, nr. 12, 1958, p. 1622—1634.

[20] Scalova, Z. *Dezemulsionanţi pentru ţiţei.* Pat. ceh. 89390, aprilie 1959.

[21] * * * Pat. german 948808, 1954.

[22] * * * U.S. 2944979, iulie 1960.

[23] * * * U.S. 2946747, iulie 1960.

[24] * * * *Probleme noi în dezemulsionarea ţiţeiului*, IDT, 1959.

[25] Ialina I., Gobjilă, A. F. *Criterii pentru selecţionarea substanţelor sintetice cu activitate de suprafaţă.* În : Petrol şi Gaze, nr. 5, 1960.

[26] Theile, H. *Erdölanfbereitung mit Emulsionsspaltern.* Erdolzeitschrift, **77**, heft 4, april., 1961.

[27] Linton şi Sutherland K. L. *The Coalescence of Liquid Drops.* În : Journal of Colloid Science, **11**, 1956, nr. 4, august, p. 391—394.

[28] Dunning, G. T. H. *Deplasarea ţiţeiului din terenuri nisipoase folosind soluţii detergente polioxietilate.* În : Ind. Eng. Chem., **46**, 1954.

[29] Franke, E. V. *Evoluţia preparării agenţilor de spargere a emulsiilor de ţiţei.* În : Erdöl und Kohle, vol. **13**, nr. 1, 1960, p. 18—22.

[30] Amian, V. A. *Ridicarea productivităţii sondelor*, Gostoptehizdat, Moscova, 1961, p. 239—240.

[31] Michaelis, A., Bergman, R., Brown, D. *Combat waterconning by injecting reverse-wetting aditives*, În : Petroleum Engineer, august, 1957, p. B. 45.

[32] Brown, W. *Surfactant treatment selectively Seal off wattereoning.* În : Petroleum Engineer, noiembrie 1957, p. B. 72.

[33] Rehbinder, P. A. şi alţii. Iv. Dokladî A.N. S.S.S.R. **23**, 1940, nr. 4, p. 432—436.

[34] Kusakov, M. M. Lucrările M. NI. ex. 14, Gostoptehizdat, Moscova, 1955.

[35] Babalian, G. A. *Problemele mecanismului de cedare a ţiţeiului.* Aznefteizdat, Baku, 1956.

[36] Malisek, V. T. Lucrările Az NII. DN., nr. 3, 1956.

[37] Rehbinder, P.A. şi colaboratorii. *Cercetări în domeniul fenomenelor de suprafaţă*, ONII, Moscova, 1956.

[38] Klassen, V. I., Mokrosov, V. A. *Introducere în teoria flotaţiei.* Gostoptehizdat, Moscova, 1959.

[39] Gobjilă, A. G. Petrol şi Gaze, 1960, nr. 2.

[40] Gobjilă, A. G. Petrol şi Gaze, 1961, nr. 5.

[41] Rehbinder. P. A. şi colaboratorii. *Substanţele care scad densitatea în foraj.* Ed. AN.S.S.S.R., Moscova, 1944.

[42] Popescu, F. şi Ialina, I. Tema la/1961 Arh. I.C.F.E.

C.Z. 662.69 :66 074.31

Metode moderne de uscare a gazelor naturale

V. PIMSNER

Dezvoltarea rapidă a consumului de gaze naturale în țara noastră ridică în fața producției variate și dificile probleme, care necesită soluții noi, bune și studiate din timp.

Una dintre aceste probleme o constituie și uscarea gazelor naturale, care și pe plan mondial a fost ridicată de puțin timp, fiind necesară asigurării transportului gazelor la distanțe mari.

Metodele de uscare a gazelor sînt diverse, unele au fost încercate cu succes, altele nu au dat rezultatele scontate; avînd însă în vedere că, în viitor, unele metode care azi apar doar în studii de laborator ar putea fi trecute în practică se vor enumera în continuare majoritatea metodelor cunoscute.

1. METODE FIZICE

a) Răcirea

Metoda constă în trecerea gazului de deshidratat printr-un răcitor cu serpentine în care este pus un lichid de răcire. Prin răcire, umiditatea relativă va crește, se va produce condensarea, iar o parte din apa pe care o conține gazul se va separa sub formă lichidă. Ea va fi colectată și evacuată din răcitor la intervale de timp regulate.

Această metodă nu este economică decît acolo unde apa de răcire poate fi obținută ușor și la o temperatură care să fie eficace în procesul necesitat, sau atunci cînd răcirea — adică soluțiile frigorifice sau destinderea de gaze — rezultă dintr-un alt proces industrial, unde nu au alte întrebuințări. Utilizarea unor instalații de sine stătătoare pentru răcirea gazelor naturale, în vederea deshidratării lor, nu a fost luată în considerare decît în primele perioade de tatonare a proceselor industriale economice de deshidratare a gazelor naturale.

b) Comprimarea

Prin comprimarea gazului se realizează o ridicare a umidității relative așa după cum s-a văzut anterior. Aceasta poate provoca o condensare a surplusului de umiditate peste cantitatea de saturare. Deoarece prin comprimare se produce și o ridicare de temperatură — care are un efect contrar, de scădere

a umidității relative — orice instalație de deshidratare prin comprimare trebuie să fie legată de un răcitor, care să reducă temperatura gazului cel puțin pînă la temperatura ambiantă, și în acest fel să ușureze condensarea.

Ca regulă generală, în toate cazurile cînd se proiectează instalarea unei stații de uscare a gazelor naturale pe o linie oarecare, pe care mai există și stații de compresoare, stația de uscare se așază totdeauna după compresoare, pentru a mări eficacitatea sistemului de uscare, oricare ar fi el.

2. METODE DE ABSORBȚIE CU LICHIDE HIGROSCOPICE

a) Soluția de clorură de calciu

Se utilizează de obicei o soluție de clorură de calciu de 35 — 40%. Metoda a fost utilizată la început, deoarece clorura de calciu este ieftină și rezultă ca produs secundar în industria chimică, fără a avea prea multe alte utilizări. În țara noastră, de exemplu, se produce în cantități mari la Tîrnăveni, ca produs secundar la fabricarea cloratului de potasiu.

Un alt avantaj al acestei metode îl constituie faptul că volumul total al materialului utilizat la deshidratare este mic. Depresiunea punctului de rouă pe care o dă este de circa 16°C.

Trebuie să amintim însă și unele dezavantaje ale soluțiilor de clorură de calciu. În primul rînd, avînd caracter electrolitic și, mai ales, punînd în libertate ioni de clor, ea va pune serioase pobleme de coroziune. Pentru aceasta trebuie să se controleze bine *p*H-ul soluției, deoarece în soluția acidă pericolul de coroziune este mai mare.

Un alt inconvenient al acestei metode este provocat de tendința pe care o are această soluție de a emulsiona cu uleiul care este acumulat prin absorbție sau care este antrenat de la pompele prin care a trecut anterior gazul. Această emulsionare împiedică contactul intim dintre gaz și soluție, și prin aceasta scade eficiența de uscare.

În perioada 1938—1940 s-au instalat multe unități de deshidratare a gazelor naturale cu clorură de calciu, dar ulterior ele au fost înlocuite cu instalații cu glicoli. Transformarea s-a făcut relativ ușor, multe instalații vechi fiind direct convertite pentru noua metodă.

b) Soluția de clorură de litiu

Are avantajul că dă o depresiune a punctului de rouă mai mare decît soluția de clorură de calciu, și anume 24—38°C, deoarece clorura de litiu este o substanță foarte higroscopică. Ea are avantajul că nu se hidrolizează la fierbere, deci nu se va produce acid clorhidric care să scadă *p*H-ul soluției și să accelereze coroziunea. Din acest punct de vedere este superioară soluțiilor de calciu. De asemenea, soluțiile concentrate nu se solidifică așa repede ca cele ale clorurii de calciu, și de aceea se poate merge la concentrații mai mari, deci la o eficacitate de deshidratare mai ridicată.

Trebuie totuși să amintim că clorura de litiu care poate fi obținută comercial nu este pură, și atunci impuritățile din ea pot provoca o coroziune mai puternică decît clorura de calciu. Pe lîngă aceasta, clorura de litiu este mai scumpă decît clorura de calciu.

c) Glicerina

La unele instalații de fabricare a gazelor industriale s-a utilizat glicerina ca deshidratant, însă în condiții foarte neeconomice, aceasta deoarece ea este o substanță scumpă și dă o depresiune a punctului de rouă de numai 18°C.

Glicerina mai are o serie de dezavantaje, printre care amintim: la regenerare — adică la îndepărtarea umidității acumulate — tinde să se descompună, deoarece această regenerare se face prin încălzire. De asemenea nu se pot utiliza soluții prea concentrate, deoarece la peste 85% concentrație ele sînt prea vîscoase pentru o manipulare comodă și, în plus, au tendința de spumare, lucru foarte neconvenabil la trecerea gazului prin ele.

d) Soluțiile de clorură de zinc

Dau o depresiune a punctului de rouă mai mare decît glicerina, și anume de 25—30°C. În schimb, au dezavantajul că provoacă o coroziune mult mai puternică, deoarece pot hidroliza în anumite condiții; în plus, clorura de zinc este o substanță destul de scumpă. Din această cauză utilizarea ei nu este indicată în condițiile noastre.

e) Amestecul de soluție de clorură de calciu cu glicerină

Amestecul se face în proporție de 40% clorură de calciu și 20% glicerină. Adăugarea glicerinei se face în scopul de a împiedica cristalizarea clorurii de calciu în soluțiile concentrate. În acest fel se vor putea atinge depresiuni ale punctului de rouă mai accentuate decît cu soluția de clorură de calciu singură.

În trecut se utilizau mult aceste amestecuri, deoarece sînt destul de economice.

Dezavantajele sînt asemănătoare cu cele ale soluțiilor de clorură de calciu.

De asemenea mai trebuie să amintim faptul că soluțiile cu glicerină au tendința de spumare, lucru nedorit la instalațiile de uscare a gazelor naturale.

f) Soluțiile de bromură de calciu

Se utilizează singure sau în amestecuri cu soluții de clorură de calciu sub denumirea de Dow 8A. Ele au fost introduse datorită marii depresiuni a punctului de rouă pe care pot să-l dea, și anume de la 16 la 40°C.

Acest avantaj este umbrit totuși de anumite dezavantaje esențiale, dintre care primul este acela că sărurile de brom în general sînt scumpe.

Numai atunci cînd bromura este scoasă direct din apa mării costul este ceva mai scăzut, dar, pentru țara noastră, care trebuie să importe întreg necesarul de brom, această metodă nu este economică.

Alt dezavantaj destul de important îl constituie faptul că soluțiile de bromură de calciu, mai ales în amestec cu clorură de calciu, sînt corosive, deci la construcția instalației ar trebui să utilizăm oțeluri speciale antiacide, care sînt de asemenea mai scumpe.

g) Glicolii

După anul 1940, glicolii — și în special dietilenglicolul și trietilenglicolul — au fost principalele substanțe utilizate la deshidratarea gazelor naturale. Ele s-au menținut mult timp în concurență cu absorbanții lichizi, din cauza avantajelor pe care le prezintă în exploatare și a condițiilor economice în care pot fi întrebuințați.

Dietilenglicolul este utilizat în soluții de concentrație 95—97%, care sînt suficient de higroscopice pentru a provoca o depresiune a punctului de rouă de 25—35°C, ceea ce este suficient pentru necesitățile obișnuite de deshidratare a gazelor naturale.

Trietilenglicolul este utilizat la uscarea gazelor naturale, mai ales după cel de-al doilea război mondial. Avantajele sale asupra diglicolului constau în temperatura sa de fierbere mai ridicată și în volatilitatea sa mai scăzută, care fac ca pierderile sale în timpul operațiilor de uscare să fie mai mici. Din această cauză se poate merge cu el la temperaturi de lucru mai ridicate.

Cînd se utilizează soluțiile de glicoli nu există pericolul de solidificare la soluții prea concentrate, cum se întîmpla la soluțiile de clorură de calciu. Ele mai au avantajul că sînt destul de stabile din punct de vedere chimic față de gazele care conțin oxigen, sulf sau bioxid de carbon. De aceea nu vor fi precipitate cu hidrogenul sulfurat, cum se întîmplă la clorura de calciu.

Pierderile de glicol sînt relativ mici și ele provin aproape exclusiv prin volatilizare.

În figura 1 este reprezentată schematic o instalație de uscare a gazelor naturale cu ajutorul dietilenglicolului. Se poate vedea ușor că ea constă din două turnuri, dintre care unul este utilizat la deshidratare prin contact, în contracurent, între diglicol și gazele naturale, iar al doilea este utilizat la deshidratarea diglicolului prin distilare fracționată. Circulația soluției de glicol este asigurată cu ajutorul unei pompe. Tot în instalație mai sînt prevăzuți un rezervor de păstrare a soluției, precum și schimbători de căldură și răcitori ai soluției.

Glicolul se introduce pe la partea superioară a turnului de uscare cu o concentrație de la 95 la 97% (după alte date chiar mai mică). Deasupra punctului de introducere a glicolului în coloană mai este prevăzut un separator de picături. Cu cît concentrația glicolului care se introduce în coloana de uscare este mai mare, cu atît se obțin depresiuni ale punctului de rouă mai mari. Aceste concentrații sînt totuși limitate la 97%, deoarece la turnul de distilare fracționată nu se pot obține uscări mai bune ale diglicolului, deoarece ar trebui să utilizăm la fierbător temperaturi prea ridicate, la care

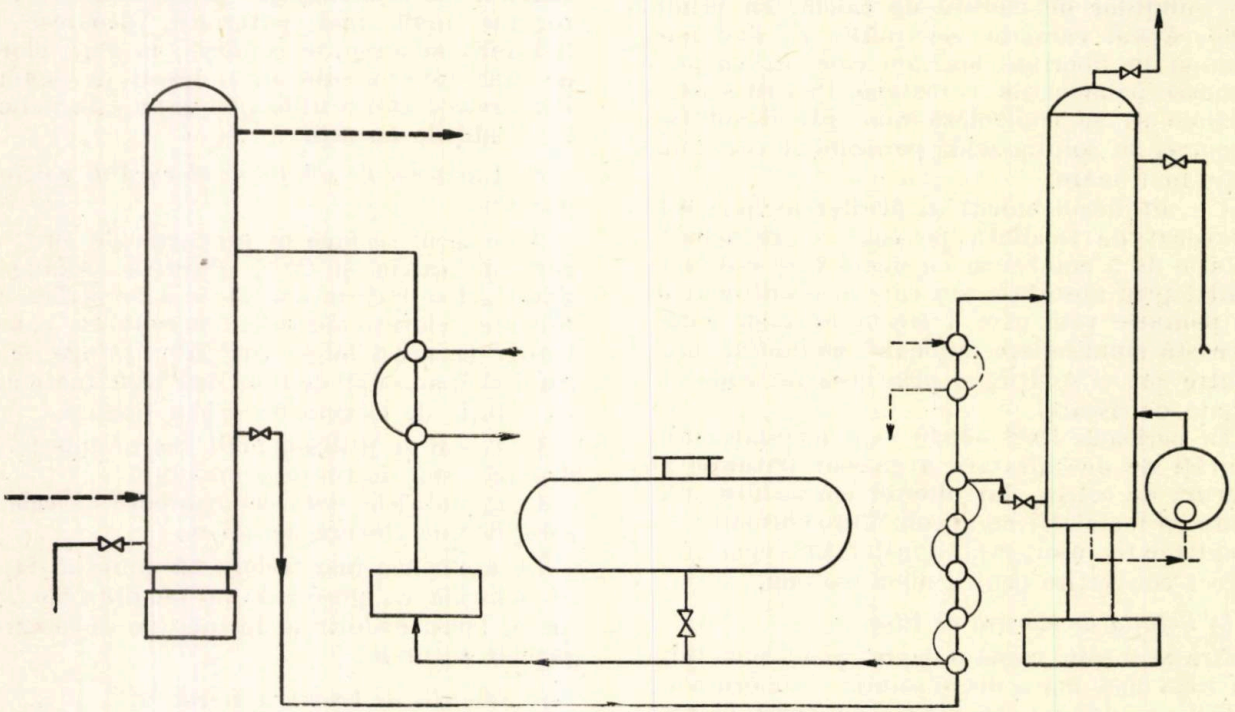


Fig. 1 Schema instalației de uscare a gazelor naturale cu dietilenglicol.

dietilenglicolul începe să se descompună. De altfel, după cum s-a mai amintit și în cazul soluției de clorură de calciu, nici din punct de vedere practic nu este bine întotdeauna să se meargă la un grad de uscare prea înaintat al gazului natural.

Concentrația cu care glicolul iese la baza coloanei de uscare a gazului este de 90% (după alte date chiar mai mică, în care caz însă se obțin depresiuni ale punctului de rouă mai mici).

În general, instalațiile de uscare cu ajutorul glicolilor au dat rezultate bune și, de aceea, au înlocuit total instalațiile mai vechi cu soluție de clorură de calciu. Utilizarea lor a căpătat un avînt deosebit în perioada anilor 1938—1940. Astăzi ele sînt în parte concurate de procedeele de adsorbție a umidității cu sorbenți poroși, în special la conductele de gaze de mare presiune. Instalațiile cu glicoli funcționează în condiții bune, la presiuni de la cea atmosferică pînă la 85 at.

h) Soluții amestecate

Uneori s-a încercat ca o dată cu uscarea gazelor naturale să se facă și o curățare a lor de unele componente acide. În acest scop s-au utilizat soluții higroscopice cu următoarea compoziție: dietilenglicol, 75—80%; monoetanolamină, 7—8%; apă, 12—16%.

Dietilenglicolul are rolul de desicant, pe cînd etanolamina îndepărtează bioxidul de carbon, hidrogenul sulfurat și alte gaze acide care s-ar afla în gazul natural.

Depresiunea punctului de rouă este mai bună chiar decît în cazul utilizării diglicolului singur. Prezența diglicolului reduce de asemenea tendința de spumare a etanolaminei.

Un mare dezavantaj al acestei metode constă în volatilizarea etanolaminei, lucru care necesită introducerea în continuarea instalației a unui strat de absorbanți solizi, pentru recuperarea acestei substanțe, lucru care se face relativ simplu prin spălarea acestor sorbenți.

3. METODE DE ABSORBȚIE PE SUBSTANȚE SOLIDE

a) Bulgări de clorură de calciu

Bulgării de clorură de calciu se obțin dintr-o soluție de clorură de calciu 72%, care este topită, solidificată și apoi fragmentată în dimensiunile potrivite pentru instalația de uscare. Adeseori se mai adaugă și alte substanțe, cum ar fi cărbune praf (eventual cărbune activ), care îndepărtează mirosurile grele de gaze.

Instalația de uscare este relativ simplă, iar regenerarea clorurii de calciu se face prin încălzire pînă la topire și o nouă fragmentare. Clorura de calciu este ieftină și are o mare capacitate de uscare.

În schimb, însă, există dezavantajul pericolului de coroziune. De asemenea, la un conținut mai mare de apă se manifestă fenomenul de delicvescență — adică de topire în propria apă absorbită —, și în acest fel se poate produce înfundarea circuitelor de uscare. Trebuie amintit că eficiența de deshidratare variază cu cantitatea de apă absorbită. Deci, la început, cînd clorura de calciu este proaspătă, vom avea o mare depresiune a punctului de rouă, pe cînd, după un anumit timp de funcționare, pe măsură ce conținutul de apă al clorurii de calciu crește, depresiunea punctului de rouă care poate fi obținută scade mereu.

Avînd apoi de asemenea în vedere ieftinitatea clorurii de calciu, precum și inconvenienta operațiilor de regenerare a ei (topire, fragmentare etc.), deseori clorura de calciu uzată este pur și simplu îndepărtată pentru utilizări în alte scopuri.

b) Bulgări de hidroxid de sodiu sau de hidroxid de potasiu

Din cauza prețului ridicat al unei asemenea uscări a gazelor naturale, aceste substanțe nu sînt utilizate decît în cazuri speciale, cum ar fi la uscarea gazelor de petrol lichefiate, acolo unde celelalte metode clasice întîmpină anumite dificultăți.

4. METODE DE ADSORBȚIE

Metodele de uscare a gazelor naturale cu ajutorul sorbenților poroși, care acționează prin adsorbție, sînt astăzi cele mai prețuite, aceasta din cauza numeroaselor avantaje pe cale le prezintă.

În primul rînd trebuie amintit că adsorbenții poroși nu au nici o acțiune chimică asupra materialului de construcție a instalației de uscare, deci nu se vor pune probleme de combatere a coroziunii. Instalația va putea fi construită din materiale obișnuite, ieftine.

Sorbenții poroși au de asemenea o bună capacitate de uscare a gazelor și dau o foarte mare depresiune a punctului de rouă, pînă la 55°C, deci mult mai mare decît a metodelor de uscare precedente.

Sorbenții poroși pot fi ușor regenerați prin simplă încălzire într-un curent de gaze. De asemenea, întreaga instalație, precum și materialul activ se manipulează cu ușurință și în deplină siguranță. Instalațiile nu au nevoie de nici o pompă sau mașină, întreaga servire și circulație făcîndu-se numai pe baza utilizării curentului de gaze. Acest fapt reprezintă o serioasă economie la instalații și la cheltuielile de exploatare.

Ca servituți, mai degrabă decît dezavantaje, ale acestei metode amintim faptul că operația instalației este ciclică și nu continuă, așa cum este la instalațiile cu glicoli. Din această cauză este nevoie ca turnurile de uscare să fie dublate pentru a putea servi pe rînd la uscarea curentului de gaze și regenerarea solventului. Această indisponibilitate periodică a cîte unui turn de uscare nu înseamnă o inactivitate a sa, deoarece în acest timp el servește la deshidratarea sorbentului, deci nu va fi nevoie de o instalație specială pentru această operație, așa cum există

la instalațiile cu glicol coloana de distilare fracționată.

Ca dezavantaj am putea aminti faptul că la regenerarea sorbenților se cheltuiește relativ multă căldură. De asemenea trebuie avut în vedere și faptul că masa activă a sorbenților poate fi otrăvită de anumiți contaminanți.

Experiența de pînă acum cu instalațiile de uscare cu sorbenți poroși ne arată că, deși prețul lor este mai ridicat decît al clorurii de calciu, exploatarea revine mai economică. Acesta este motivul pentru care noile instalații de sorbenți poroși concurează cu succes nu numai instalațiile mai vechi de clorură de calciu (soluție sau bulgări), ci și instalațiile mai noi de absorbție cu glicoli. Utilizarea sorbenților poroși este indicată în special la presiuni ridicate ale liniei de gaze. Or, cum tendința modernă este de a ridica presiunea de lucru pe conducte, este de la sine înțeles că sorbenții poroși au un mare viitor. În momentul de față, instalațiile cu sorbenți poroși se utilizează cu maximum de randament începînd de la presiuni de 35 ata.

*

Substanțele care se utilizează în calitate de sorbenți poroși sînt: silicagelul, alumina activată, bauxita activată, sulfatul de calciu activat, compozițiile speciale (florita etc.).

Cel mai bun sorbent poros cunoscut, adică cărbunele activ, nu poate fi utilizat în acest caz.

Dintre substanțele care se utilizează la uscarea gazelor cele mai multe erau cunoscute și utilizate ca atare încă înainte de aplicarea lor la uscarea gazelor naturale. Astfel, în laborator se utilizau de multă vreme instalațiile de uscare a gazelor și a aerului cu ajutorul sorbenților poroși și în special cu silicagel. O dată cu aplicarea lor la uscarea gazelor, s-au cercetat posibilitățile de a se face economică utilizarea lor, prin aceea că, deși s-a renunțat la o oarecare valoare din capacitatea de adsorbție, s-a insistat mai mult asupra posibilității de regenerare repetată a sorbentului.

5. METODE CHIMICE

a) Oxidul de bariu BaO

Este un deshidratant al cărui mare avantaj este că rămîne activ și la o temperatură de 600°C, performanță care nu este atinsă de ceilalți deshidratanți. De aceea, el este indicat în procedeele tehnologice chimice, unde se cere uscarea gazelor în etapele intermediare ale unui proces chimic. Are o eficiență de uscare în mod practic egală cu a pentaoxidului de fosfor, deoarece este foarte higroscopic. Nu se pune problema regenerării sale. Acesta este un dezavantaj comun tuturor substanțelor care reține apa prin reacții chimice.

Prețul său fiind relativ scăzut, s-ar putea eventual risca îndepărtarea lui după uzare, dacă procedeul de uscare cere să se efectueze la temperaturi foarte ridicate. Nu este corosiv și se poate manipula ușor.

b) Oxidul de magneziu MgO

Este o substanță higroscopică, care este utilizată numai pe scară mică la uscarea gazelor.

c) Percloratul de magneziu $Mg(ClO_4)_2$

Are marele dezavantaj, comun cu toți percloratii, că, în mediu acid pune în libertate acid percloric exploziv, și, de aceea, utilizarea lui la uscarea gazelor naturale, inflamabile, prin definiție, este problematică.

6. METODE COMBINATE

a) Absorbția combinată cu adsorbția

Uneori, în scopul de a se accentua efectul de uscare a gazelor naturale, se cumulează două metode diferite într-un singur proces.

Astfel, se poate combina absorbția cu adsorbția, utilizînd absorbenți solizi impregnați cu substanțe ce reacționează chimic cu vaporii de apă. Reacția chimică trebuie să aibă loc la temperaturi relativ scăzute, căci o ridicare a temperaturii peste aceea de regenerare a adsorbenților ar duce la degradarea lor.

Un alt motiv pentru care utilizarea acestor sorbenți impregnați nu s-a generalizat este faptul că la o cantitate mare de umiditate se poate întîmpla ca o parte din sarea de impregnaj să fie solubilizată și astfel să se piardă. De asemenea trebuie să se țină seamă și de faptul că sarea de impregnare poate avea de multe ori o acțiune corosivă, și în acest fel ar anihila unul dintre principalele avantaje ale sorbenților poroși, acela de a fi total necorosivi. Nu trebuie să se uite nici faptul că prețul de cost al sorbentului poros impregnat va fi mai mare decît al sorbentului simplu. Aceasta înseamnă că se vor face cheltuieli mai mari la încărcarea unei șarje de uscare, iar eficacitatea ei va scădea pe măsură ce se va pierde sarea de impregnare.

Astfel de combinații între sorbenți și substanțele absorbante erau cunoscute încă înainte de tehnica adsorbției gazelor nocive cu cărbune activ. Încă din timpul primului război mondial, la cărbunele activ cu care se încărcau măștile contra gazelor se adăugau diferite substanțe de impregnare, care reacționau chimic cu substanțe toxice sau care provocau o absorbție a lor. În cazul acesta utilizarea combinațiilor de sorbenți și absorbanți era ușurată de faptul că nu se cerea o regenerare a sorbentului de mască, el fiind pur și simplu îndepărtat la epuizare. În cazul uscării gazelor naturale se contează foarte mult pe regenerarea ciclică a acestor sorbenți, deoarece în acest fel prețul de cost raportat la cantitatea de gaze uscate scade.

Avantajele evidente ale utilizării unor astfel de sorbenți impregnați sînt în primul rînd capacitatea și eficiența lor de uscare mărite față

de ale sorbenților puri. Totuși, datorită servituților arătate, întrebuințarea lor nu este prea răspîndită.

b) Răcirea combinată cu absorbția

În practică, această combinare se face prin adaptarea unui sistem de răcire la instalația de uscare prin absorbție sau prin introducerea unui turn de absorbție la o instalație de deshidratare prin răcire existentă. Din punct de vedere constructiv, această combinare prezintă o anumită complexitate, și de asemenea operația unei astfel de instalații trebuie să fie bine supravegheată.

Ca avantaje putem aminti faptul că se va obține o depresiune a punctului de rouă — deci o uscare — mai bună decît în cazul utilizării absorbantului sau răcirii singure. De asemenea se poate coborî mai mult temperatura de răcire, fără a avea pericol de înfundare a conductelor, deoarece umiditatea este reținută de absorbant. De altfel, din teoria absorbției se știe că ea este cu mult mai eficientă la temperaturi scăzute decît la temperaturi ridicate. De aceea randamentul de întrebuințare a absorbanților va fi mai bun în aceste instalații.

În acest caz trebuie luate totuși anumite precauții. De exemplu, la gazele naturale care conțin cantități mari de gazolină trebuie ca o asemenea instalație de uscare să fie precedată în mod obligatoriu de o instalație de degazolinare. Dacă nu ar exista intercalată o asemenea instalație, atunci datorită scăderii mari de temperatură, care se poate efectua în instalația de uscare, se va separa, o dată cu umiditatea, și gazolina. Separarea gazolinei, care nu este absorbită pe masa absorbantă, va duce la formarea unor condensate care împiedică buna funcționare a instalației de uscare.

În general, cu toate avantajele acestor tipuri de instalații de uscare, ele sînt considerate mai neeconomice chiar decît instalațiile de uscare cu glicoli.

c) Comprimarea combinată cu adsorbția

În realitate, la acest proces trebuie să amintim și răcirea, deoarece la toate instalațiile de comprimare este prevăzut un răcitor pentru gazul comprimat. După instalația de comprimare urmează instalația de adsorbție pe sorbenți poroși, apoi poate urma o nouă etapă de comprimare, ca la pompele de compresie, în mai multe etaje, și apoi o nouă etapă de uscare pe sorbenți poroși, pînă cînd se atinge presiunea dorită pe conductă sau în instalația de utilizare a gazelor naturale.

Prin ridicarea umidității relative a gazului care este supus uscării pe sorbenți poroși, desigur că va crește eficacitatea lor de uscare. De aceea, pentru aceeași cantitate de umiditate scoasă din gaze va fi necesar un volum de sorbent mai mic.

Dezavantajele unui asemenea sistem de uscare au fost deja amintite la discutarea metodei de uscare prin comprimare. Este vorba de costul ridicat al instalației de comprimare și de energia care se cheltuiește la compresoare. Din această cauză, acest procedeu nu este economic decît acolo unde comprimarea este necesitată de alte considerente, cum ar fi ridicarea presiunii pe conductele de transport, cînd gazul vine de la sursa de joasă presiune sau cînd ridicarea de presiune este cerută de particularitățile procesului de chimizare a gazului natural. Astfel este cazul mai ales al instalațiilor în care chimizarea gazului se face pe baza unor procese catalizate la mare presiune, procese care cer excluderea umidității. Numai în aceste cazuri o asemenea combinare de comprimare și uscare pe sorbenți poroși are un aspect economic favorabil. În toate celelalte cazuri este preferată uscarea prin absorbție simplă.

7. UTILIZAREA SILICAGELULUI LA USCAREA GAZELOR NATURALE

a) Silicagelul ca sorbent

Cunoașterea proprietăților absorbante ale silicagelului nu datează de prea multă vreme. Chiar prepararea lui în calitățile cerute unui bun sorbent este o chestiune relativ recentă.

Actualmente, cea mai importantă utilizare a silicagelului este la uscarea gazelor industriale și a gazelor naturale. Această nouă utilizare a lui s-a dezvoltat mai cu seamă după cel de-al doilea război mondial și este în continuă creștere. Faptul acesta se datorește în mare măsură și perfecționărilor metodelor de preparare a silicagelurilor de bună calitate la un preț de cost convenabil.

La noi în țară există posibilități mari de preparare a silicagelului, deoarece avem materiile prime necesare. În același timp există și posibilități de utilizare a lui în cele mai diferite ramuri industriale, unde se pune problema uscării gazelor sau a combaterii coroziunii prin păstrarea unei atmosfere uscate. Deocamdată utilizările lui la noi sînt reduse.

Utilizarea lui pe scară mai mare la uscarea gazelor naturale ar aduce cu sine nu numai un serviciu industriei petroliere și a gazelor naturale, ci ar da și un exemplu celorlalte industrii care au multe posibilități de ridicare a calității produselor prin utilizarea unei atmosfere controlate din punctul de vedere al umidității.

C.Z.66.521.5 : 532 : 536.5

Studiul relațiilor viscozitate — temperatură la uleiurile minerale

Ing. M. CONRAD

și

ing. N. IOANIȚESI

Caracteristica principală a uleiurilor minerale utilizate la ungerea mecanismelor în funcționare o constituie variația viscozității cu temperatura, adică relația $V-T$. Cifra care reprezintă viscozitatea unui ulei, neînsoțită de temperatura la care a fost determinată, nu are nici o semnificație intrinsecă, deoarece viscozitatea este indisolubil legată de temperatură. Schimbarea viscozității unui ulei din cauza variației temperaturii sale nu este proporțională cu variația acesteia [1]. Variația viscozității uleiurilor cu temperatura nu este fundamentată teoretic printr-o relație universal variabilă; într-o reprezentare grafică a variației viscozității cu temperatura, aceasta are aspectul unei curbe hiperbolice (fig. 1).

Deoarece gama de temperaturi la care sînt folosite uleiurile de uns începe de la ordinul 300°C și chiar mai mult și coboară pînă la circa — 60°C, este necesară evaluarea viscozității uleiului de uns la diverse temperaturi, pentru a se caracteriza fenomenul de ungere dinamică. Din această cauză, cunoașterea relației $V-T$ la un anumit ulei constituie factorul cel mai important pentru caracterizarea lui din punct de vedere practic. Deoarece relația $V-T$ nu a fost încadrată în nici o formulă științifică fundamentată, s-a căutat a se elabroa o caracteristică universal valabilă, pentru a desemna, prin valoarea ei, calitatea comparativă de ungere a unor uleiuri la anumite temperaturi. De asemenea s-a căutat folosirea unor formule empirice pentru evaluarea viscozității la diferite temperaturi. Astfel, s-au propus o serie de „indici", „numere", „coeficienți" etc., elaborați în acest scop. Importanța practică a acestora constă în faptul că pot exprima rapid calitatea uleiului, și în special puterea lui de ungere la diferite temperaturi.

Reprezentările grafice ale variației viscozității cu temperatura nu au căpătat o largă utilizare din cauza incomodității lor. Unii dintre indicii propuși au numai o importanță locală, iar extinderea altora este îngreuiată de faptul că este prea complicat calculul lor. De asemenea, trebuie să se țină seamă și de faptul că astăzi pe glob sînt folosite două scări de temperaturi — scara Celsius și scara Fahrenheit —, trecerea între ele făcîn-

du-se dificil, în special cînd valorile respective sînt introduse în formule.

Constantele propuse pentru caracterizarea relației $V-T$ se împart în două grupe: indici absoluți și indici relativi [2]. Indicii absoluți

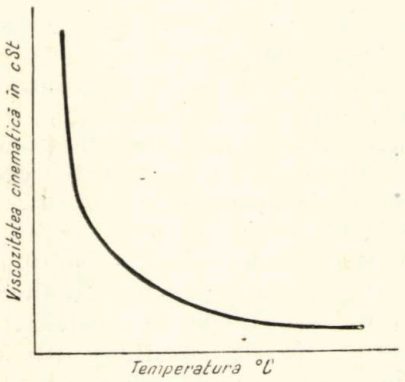


Fig. 1. Variația viscozității uleiurilor cu temperatura.

sînt în general expresii matematice ale pantei curbei de variație a viscozității cu temperatura, prin urmare ei reflectînd direct variația viscozității cu temperatura. Indicii relativi au la bază un etalon care poate fi un ulei „ideal", o grupă de uleiuri sau două uleiuri, dintre care un etalon maxim și un etalon minim.

Așadar, indicii relativi sînt numere calculate prin diverse formule, reprezentînd comparația dintre uleiul studiat și un „ulei etalon universal".

Articolul de față analizează pe scurt principalele formule empirice de determinare a viscozității uleiurilor la diferite temperaturi, principalele formule de determinare a indicelui de viscozitate și unele rezultate obținute în laborator prin aplicarea formulelor respective.

Pentru determinarea viscozității uleiurilor la diferite temperaturi, se întrebuințează ecuația $V + a = e^{bT^m}$, cunoscută sub numele de formula lui Walther-Nevitt [3], care prin bilogaritmare ia forma:

$$\log \log (V + a) = m \log T + b, \qquad (1)$$

în care:

V este viscozitatea cinematică, cSt;

T — temperatura, °K;

a, m, b — constante.

Constanta are valoarea de 0,8. ASTM a găsit că pentru viscozitățile care depășesc 1,5 cSt ecuația corespunde mai bine cu datele experimentale dacă $a = 0{,}6$. De altfel, diferența rezultatelor obținute cu ajutorul acestor valori este foarte mică.

Limita inferioară teoretică a acestei formule este 0,2 cSt, deoarece $\log \log (0{,}2 + 0{,}8) = -\infty$. Pentru valori diferite date lui a, b, m, ecuația (1) reprezintă o dreaptă, m fiind panta acestei drepte, adică unghiul format de această dreaptă și axa pe care sînt notate valorile $\log T$.

Deoarece formula (1) dă unele abateri la valori mici ale viscozității pentru viscozități sub 10 cSt este recomandată relația [4]:

$$\log \log (V + 1{,}22) = A + B \log T. \qquad (2)$$

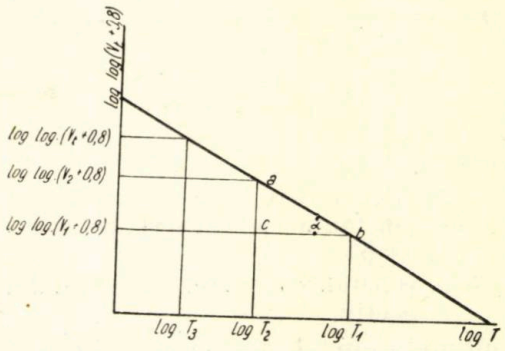


Fig. 2. Determinarea pantei curbei de viscozitate după formula $\log \log (V + 0{,}8) = b + m \log T$.

Pentru determinarea viscozității uleiurilor la temperaturi joase, a fost propusă următoarea formulă [4]:

$$\log V_2 = \log V_1 - k (t_2 - t_1), \qquad (3)$$

în care:

V_1, V_2 reprezintă viscozitatea cinematică în cSt la temperatura t_1 și t_2;

k — constantă.

Pentru viscozități mai mici s-a recomandat formula:

$$\log V_2 = \log V_1 + k_1 \log \frac{t_1}{t_2}, \qquad (4)$$

în care k_1 este constantă, iar celelalte litere au aceeași semnificație.

O variantă a ecuației Walther-Nevitt și care dă rezultate concordante pînă la viscozitatea de 0,16 cSt [3] este:

$$\log \log (100\ V + 0{,}89) = a + b \log T, \qquad (5)$$

în care:

a și b reprezintă constante;

V — viscozitatea cinematică, cSt;

T — temperatura absolută, °Rankin.

A fost propusă [5] o ecuație complexă, și anume:

$$\operatorname{arg\,sh} \ln \frac{\eta}{\eta_0} = a - b \ln T, \qquad (6)$$

în care:

η este viscozitatea cinematică a uleiului;

η_0 = 1 cSt;

T — temperatura, °K;

a și b — constante caracteristice uleiului respectiv.

Alte relații ale viscozității funcție de temperatură [6] sînt:

$$\log v = \left(\frac{A}{T^x}\right) + B, \qquad (7)$$

în care A și B sînt constante caracteristice uleiului respectiv, iar x este o constantă cu valoarea de aproximativ 3,5, sau relația exponențială [7]:

$$\eta = K \exp \frac{b}{(t + \theta)}, \qquad (8)$$

în care:

η este viscozitatea absolută, poise;
θ — constantă cu valoare de aproximativ 95;
K și b — constante caracteristice uleiului respectiv.

În ultimul timp a fost propusă [8] ecuația de mai jos, care este o variantă a ecuației (8) în care constantele au aceeași semnificație, fiecare avînd însă o valoare bine definită pentru fiecare caz de aplicare:

$$\eta = K' \exp \frac{b'}{(t + \theta')^2}. \qquad (8')$$

Pentru a se aprecia mai rapid și mai precis formulele care au fost prezentate, am analizat nouă uleiuri minerale de uns. Viscozitățile cinematice (în cSt) la diferite temperaturi, precum și densitățile uleiurilor analizate sînt redate în tabela 1.

Viscozitățile uleiurilor determinate cu ajutorul formulelor enumerate sînt redate în tabela 2. Din analiza valorilor obținute se observă că ele concordă cu realitatea, în special la valori mici ale viscozității; la valori mari, însă, adică la temperaturi mai scăzute, diferențele dintre valorile determinate și cele calculate sînt în unele cazuri apreciabile.

Relația Walther-Nevitt este deocamdată cea care are o utilizare mai generală, fiind și mai operativă în comparație cu celelalte. Această relație totuși nu dă rezultate satisfăcătoare la uleiurile moderne multigrade utilizate în domenii foarte largi de temperatură care necesită indici de viscozitate ridicați și nici în cazul unor uleiuri aditivate, folosite în domenii de temperatură suficient de apropiate de temperatura lor de congelare. Astfel, pentru a avea o scădere absolută a temperaturii de congelare de 26°C, s-a aditivat un ulei (cu 1% paragel);

Tabela 1

CARACTERISTICILE ULEIURILOR STUDIATE

Determinarea \ Proba	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Viscozitatea cinematică, cSt									
20°C	363,8	350,6	295,2	795	155,6	680	458	575	708,2
37,8°C	100,2	139,6	89,2	207	53,2	207	141	186	251,3
50°C	50,4	67,8	46,2	103	30,5	104,2	74,4	98,3	133,8
70°C	20,6	28,38	20,0	38,7	14,8	42,5	31,6	42,8	60,0
85°C	—	—	—	—	9,0	—	—	—	—
90°C	—	—	—	—	7,92	—	—	—	—
95°C	—	—	—	—	7,02	—	—	—	—
98,9°C	8,42	10,72	8,36	14,7	6,62	16,15	12,62	17,8	24,0
100°C	8,10	10,20	8,04	13,8	6,46	15,7	12,16	16,94	23,53
Densitatea $d_{20/4}^{15/4}$	0,9377	0,9247	0,9149	0,9201	0,9122	0,8985	0,8956	0,8991	0,8961
	0,9330	0,9218	0,9120	0,9172	0,9096	0,8954	0,8921	0,8960	0,8930
37,8/4	0,9235	0,9187	0,9008	0,9058	0,9006	0,8837	0,8815	0,8843	0,8813
50/4	0,9066	0,8943	0,8811	0,8670	0,8847	0,8630	0,8620	0,8636	0,8606
100/4	0,8907	0,8778	0,8625	0,8858	0,8697	0,8435	0,8440	0,8442	0,8412

Tabela 2

FOLOSIREA DIFERITELOR FORMULE DE DETERMINARE A VISCOZITĂȚII LA DIVERSE TEMPERATURI

Determinarea \ Proba		Viscozitatea cinematică, cSt						
		Determinarea experimentală	Determinarea cu formula:					
			1, $a = 0{,}8$	1, $a = 0{,}6$	2	5	6	7	8
Temperatura, °C	20	155,6	133,7	138,3	—	108,14	140,81	—*	147,5
	37,8	53,2	50,08	50,57	—	46,23	50,84	53,85	51,19
	50	30,5	—*	—*	—	—*	—*	—*	—*
	70	14,8	14,30	14,34	—	14,98	14,11	14,48	14,31
	85	9,0	9,30	9,25	—*	9,64	9,22	9,30	9,26
	90	7,92	8,18	8,15	8,02	8,40	8,11	8,17	8,14
	95	7,02	7,25	7,23	7,18	7,25	7,21	7,24	7,21
	98,9	6,62	6,29	6,62	6,61	6,66	6,62	6,60	6,59
	100	6,46	—*	—*	—*	—*	—*	—*	—*

* Aceste viscozități s-au luat ca bază pentru calcularea constantelor formulei.

rezultatele sînt redate în tabela 3. Se observă că viscozitatea determinată practic este diferită de cea calculată cu formula (1), diferența crescînd pe măsura apropierii de temperatura lui de congelare, unde diferența este de 240%.

Tabela 3

VARIAȚIA VISCOZITĂȚII UNUI ULEI ÎN ZONA TEMPERATURII SALE DE CONGELARE

Temperatura, °C	Viscozitatea cinematică, cSt		Abatere de la formulă, ± %
	calculat cu formula (1)	determinarea experimentală	
98,9	8,0	7,79	−2,5
50	−*	37,2	−
37,8	66,5	65,9	−1
30	99,7	99,5	−0,2
20	−*	184,7	−
10	380,5	384	+1
5	572,2	570	−0,3
0	892,7	1 077	+21
−5	1 448	2 320	+60
−10	2 462	4 800	+95
−15	4 385	11 000	+151
−20	8 260	28 000	+240

* Aceste viscozități s-au luat ca bază pentru calcularea constantelor formulei (1).

Se pare că, pentru determinarea viscozității funcție de temperatură, pe viitor va fi mai indicată folosirea relațiilor cu trei constante [cele redate prin formulele (7) și (8′)], cu toate că ele necesită determinarea practică a viscozității la trei temperaturi [9].

Pe baza formulelor menționate s-au construit mai multe rețete [10], cu ajutorul cărora să se poată estima viscozitatea unui ulei la o anumită temperatură, dacă se cunosc valorile viscozității la două temperaturi oarecare (care, în general, sînt cuprinse între 0 și 100°C), fără a se face determinarea suplimentară în laborator.

Cea mai cunoscută este viscograma bazată pe relația lui Walther-Nevitt, care are pe abscisă valorile log T, iar pe ordonată log log $(v + 0{,}8)$.

Pe această viscogramă se notează cele două viscozități cunoscute ale uleiului, iar variația acesteia cu temperatura este reprezentată prin dreapta care unește cele două puncte. Viscozitatea uleiului la temperatura dorită se citește pe dreapta.

Pentru trei dintre uleiurile studiate, viscograma este redată în figura 3.

Indicii absoluți reflectă direct variația viscozității cu temperatura și sînt în general expresii matematice ale pantei curbei de variație a viscozității cu temperatura. Literatura de specialitate redă o gamă mare de indici absoluți, dintre care cei mai însemnați sînt:

a) Panta curbei de variație a viscozității, m, care se determină prin formula [4]:

$$\log m = \frac{W_1 - W_2}{\log (T_2 - T_1)}, \qquad (9)$$

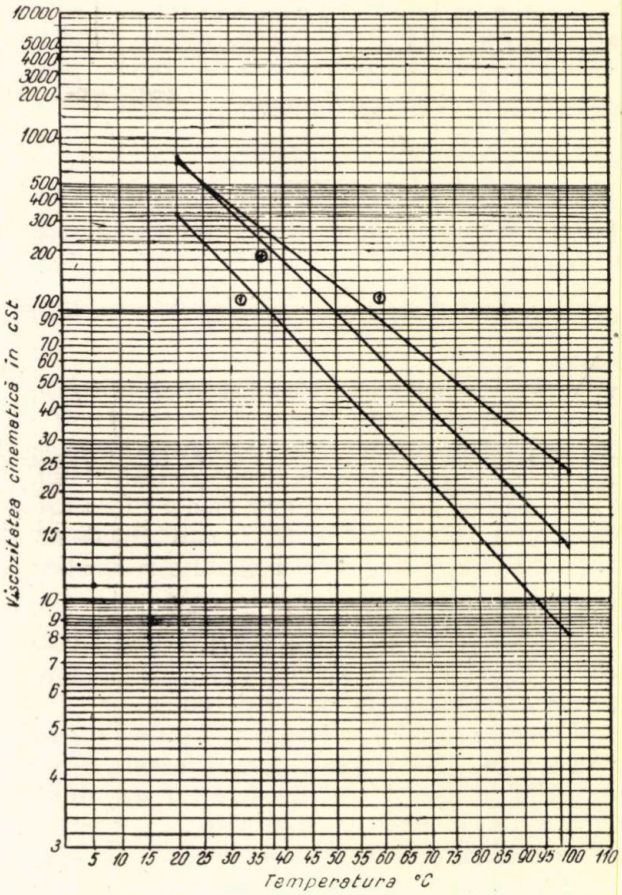


Fig. 3. Reprezentarea variației viscozității cu temperatura la cîteva uleiuri studiate folosind formulele: (1, 4 și 9).

în care:

$W_1 = \log \log (V_1 + 0{,}8)$;

$W_2 = \log \log (V_2 + 0{,}8)$;

V_1, V_2 reprezintă viscozitatea cinematică, în cSt, la temperaturile T_1 și T_2, °K.

b) Factorul de pantă a viscozității, FPV, care se determină astfel [11]:

$$FPV = \frac{H' - H''}{K' - K''}, \qquad (10)$$

în care:

$H = 0{,}87\ L + 154$;

$L = \log \log (V + 0{,}8)$;

V — viscozitatea cinematică;

$K = \dfrac{2{,}8261 - \log (t + 460)}{0{,}0779}$;

t — temperatura, °F;

H' și K' fiind determinate la 100°F, iar H″ și K'', la 210°F.

Același factor a fost corectat [12] și notat cu S, devenind:

$$S = 4{,}146 - 1{,}733 \log(FPV - 145), \quad (11)$$

în care:

$L = \log \log (V + 0{,}6)$;

$H = 870 \log \log (V + 0{,}6) + 154$.

c) Modulul de viscozitate-temperatură, MVT [13], care este o funcție a subtangentei viscozității, este redat prin relația $\left(-\frac{1}{\eta} \cdot \frac{d\eta}{dt}\right)$, și anume:

$$MVT = \frac{-1\,000}{2{,}303} \frac{d\eta}{dT}.$$

Pentru folosirea practică, formula se derivă și devine:

$$MVT = \frac{1\,000}{2{,}303} \frac{\ln \eta_1 - \ln \eta_2}{T_2 - T_1}, \quad (12)$$

în care:

η_1 este viscozitatea dinamică în cP la 50°C;

η_2 — viscozitatea dinamică în cP la 100°C;

T_1 — temperatura, °K (50 + 273 = 323°K);

T_2 — temperatura, °K (100 + 273 = 373°K).

d) Coeficientul de viscozitate-temperatură, CVT [14], care, în fond, este panta curbei viscozității uleiului respectiv:

$$CVT = 1\,000\,[\log \log (V_{50} + 0{,}8)] - [\log \log (V_{100} + 0{,}8)], \quad (13)$$

în care: V_{50} și V_{100} reprezintă viscozitatea cinematică la temperaturile de 50 și 100°C.

e) Numărul de viscozitate-temperatură, NVT [15], este diferența temperaturilor la care uleiul de cercetat are două viscozități alese arbitrar, și anume:

$$NVT = {}^{\circ}F_{(x)} - {}^{\circ}F_{(y)}, \quad (14)$$

în care:

$x = 5$ cSt;

$y = 100$ cSt.

Folosirea acestei formule este limitată și de utilizarea exclusivă a scării de temperaturi Fahrenheit.

f) Raportul viscozitate-temperatură, RVT [16], redat de formula:

$$RVT = -23\,026 \frac{\log\left(\frac{V_2}{V_1}\right)}{t_2 - t_1}, \quad (15)$$

unde:

V_1 este viscozitatea cinematică la $t_1 = 100$°F;

V_2 — viscozitatea cinematică la $t_2 = 210$°F.

g) Funcția de viscozitate-temperatură [13]:

$$FVT = \frac{\log V_{100} - 0{,}3522}{\log V_{210}}, \quad (16)$$

în care V_{100} și V_{210} reprezintă viscozitatea cinematică la 100 și 210°F.

h) Indicele fundamental de viscozitate-temperatură [17]:

$$IFVT = \log \frac{V_{20}}{V_{70}}, \quad (17)$$

în care V_{20} și V_{70} reprezintă viscozitatea cinematică în cSt la temperaturile de 20 și 70°C.

În U.R.S.S. s-a standardizat, prin GOST 3153-51, coeficientul de viscozitate-temperatură, care se determină în intervale diferite de temperatură, funcție de utilizarea uleiului, și anume CVT_{0-100}, CVT_{20-100}:

$$CVT_{0-100} = \frac{V_0 - V_{100}}{V_{50}}; \quad (18)$$

$$CVT_{20-100} = \frac{V_{20} - V_{100}}{V_{50}}. \quad (18')$$

în care V_0, V_{20}, V_{50}, V_{100} reprezintă viscozitatea cinematică în cSt la temperaturile de 0, 20, 50 și 100°C.

Pentru calcularea CVT este necesară calcularea viscozității la trei temperaturi sau folosirea viscogramei pentru evaluarea celei de-a treia valori.

De asemenea, prin GOST 33-52 se stabilește drept criteriu de calitate a uleiurilor raportul:

$$R = \frac{V_{50}}{V_{100}}, \quad (19)$$

în care V_{50} și V_{100} reprezintă viscozitatea cinematică în cSt la 50 și 100°C.

În tabela 4 sînt redați indicii absoluți calculați pentru cele nouă uleiuri, utilizîndu-se formulele menționate.

Tabela 4

INDICII ABSOLUȚI AI ULEIURILOR STUDIATE

Determinarea \ Formula	9 m	10 FPV	11 S	12 NVT	13 CVT	14 NVT	15 RVT	16 FVT	18 bis CVT	19 R	17 $IFVT$
Uleiul nr. 1	4,04	0,29	0,455	7,29	253,2	148	225	1,782	7,055	6,15	1,247
2	4,20	1,05	0,519	7,55	262,7	161	233	1,740	5,024	6,78	1,092
3	4,45	0,87	0,503	6,99	278,1	158	211	1,696	6,216	5,75	1,169
4	3,98	0,26	0,621	8,02	248,6	173	240	1,682	7,586	7,53	1,313
5	3,84	0,28	0,544	6,20	235,3	160	208	1,673	5,107	4,52	1,027
6	3,53	0,24	0,726	7,56	227,2	186	243	1,581	6,379	6,63	1,204
7	3,79	0,25	0,671	7,24	236,8	177	220	1,632	5,992	6,11	1,161
8	3,36	0,23	0,885	7,03	209,8	198	213	1,533	5,779	5,80	1,128
9	3,05	0,21	1,050	6,95	190,5	234	213	1,484	5,117	5,26	1,072

Din tabelă se observă că o parte din indicii absoluți, variind într-un interval de valori foarte restrîns [de exemplu formulele (11) și (17)], nu poate caracteriza în suficientă măsură calitățile de ungere ale uleiurilor, iar alți indici [de exemplu formulele [9] și (12)] nu prezintă o variație proporțională cu creșterea calității de ungere a uleiurilor.

Indicele „funcția de viscozitate-temperatură" are o variație inversă cu creșterea calității, ceea ce îl face greu de interpretat.

Indicii relativi reprezintă comparația dintre uleiul studiat și uleiurile-etalon.

Printre indicii relativi principali stabiliți pînă în prezent se enumeră :

a) Indicele de viscozitate Dean-Davis, *IVDD*, se bazează pe compararea uleiului de analizat cu două grupe de uleiuri-etalon, alese arbitrar, și anume un ulei inferior *L*, a cărui viscozitate variază mult cu temperatura și căruia i s-a atribuit valoarea de indice de viscozitate zero, și un ulei superior, *H*, a cărui viscozitate variază puțin cu temperatura, atribuindu-se valoarea de indice de viscozitate 100.

Indicele de viscozitate al uleiului de analizat arată, în procente, cu cît se apropie acesta de uleiul din grupa *H* și se calculează cu relația :

$$IVDD = \frac{L - U}{L - H} 100, \qquad (20)$$

în care :

L și *H* reprezintă viscozitatea uleiurilor-etalon la 100°F ;

U — viscozitatea uleiului de analizat, la aceeași temperatură.

Cele trei uleiuri au viscozități identice la temperatura de 210°F.

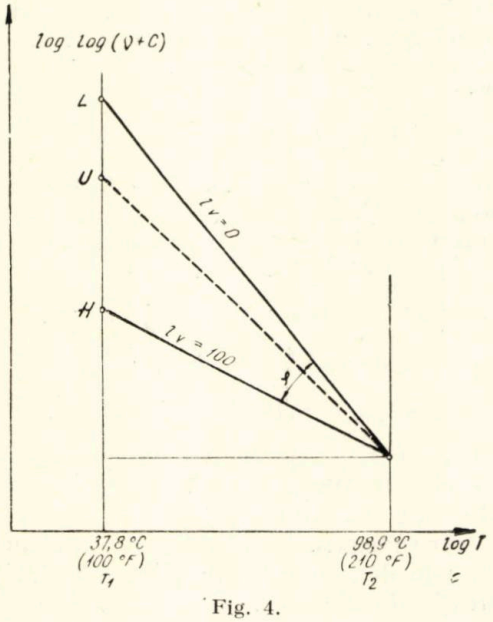


Fig. 4.

În figura 4 este reprezentat grafic indicele de viscozitate Dean-Davis.

La început viscozitatea era măsurată în secunde Saybald, însă această unitate de măsură fiind puțin răspîndită a fost înlocuită cu exprimarea în cSt [18].

Sistemul Dean-Davis a fost foarte mult discutat din cauza defectelor sale, deoarece în unele cazuri este depășit. Astfel i se reproșează că indicii nu sînt aditivi ; aceasta însă derivă din faptul că nici viscozitățile nu sînt aditive. De asemenea, astăzi utilizarea diferitelor tipuri de motoare în diferite condiții climatice necesitînd uleiuri din ce în ce mai bune, s-a ajuns la nonsensul existenței unor uleiuri mai bune decît etalonul superior, și anume uleiuri cu $IV = 120-130$ [19]. De asemenea, deasupra acestor valori nu mai există nici o semnificație, deoarece sînt cazuri cînd două uleiuri

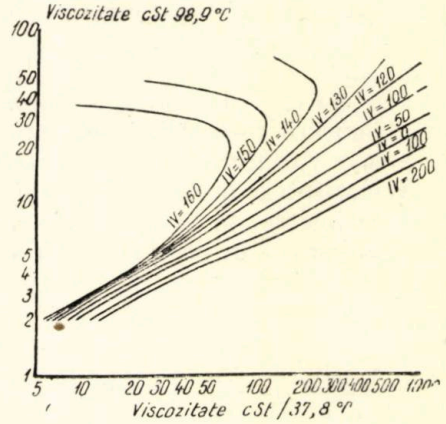


Fig. 5. Variația curbelor *IV*, funcție de viscozități.

cu aceeași viscozitate la 100°F și cu viscozități diferite la 210°F au același indice, așa cum se vede în figura 5. La seria defectelor mai putem adăuga și faptul că există uleiuri puternic aditivate cu polimeri, a căror reprezentare pe viscogramă nu mai este o dreaptă, ci o curbă. De asemenea, multe uleiuri polimerice sînt lichide nenewtoniene, iar viscozitatea lor depinde de condițiile de utilizare. Se tinde ca toate aceste defecte să fie remediate, propunîndu-se urcarea limitei superioare a sistemului sau înlocuirea lui cu alți indici bazați pe aceleași etaloane. Trebuie totuși relevat faptul că exprimarea calității de ungere a uleiului printr-o singură cifră propusă de Dean-Davis este adaptată pe scară largă.

Sistemul *DD* cuprinde totalitatea uleiurilor folosite în cazuri obișnuite, și anume de la 2 la 75 cSt/210°F. Totuși, deoarece în multe țări, în special în cele din Europa, se utilizează numai scara centigradă de temperaturi, cele două temperaturi la care sînt necesare determinările de viscozitate, și anume 100°F (37,8°C) și 210°F (98,9°C), reprezintă temperaturi incomode, și, deseori, pentru a se caracteriza mai bine uleiul se cere determinarea viscozității și la alte temperaturi, cel mai adesea

la 50 și 100°C. De aceea s-a ajuns la determinarea *IVDD* la temperaturi exprimate în °C, care satisfac mai bine cerințele tehnice ale țărilor care utilizează scara centigradă.

Astfel standardul din R. P. Polonă PNc-04015 și standardul din R. S. Cehoslovacă CSN65-6218 adoptă următoarea formulă de calcul pentru *IV*, determinat la 50 și 100°C:

$$IVDD = \frac{L - U}{L - H} 100 + c, \qquad (21)$$

în care indicii au aceeași semnificație ca și în formula originală, iar c este o corecție ce apare în urma trecerii de la scara Fahrenheit la scara Celsius. Utilizarea acestui sistem dă uneori valori apropiate de cele obținute prin formula inițială, însă în multe cazuri valorile diferă cu 3—5 unități, în rare cazuri diferența fiind și mai mare (tabela 6).

b) Indicele de viscozitate cinematic, *IVC* [20], nu s-a folosit din cauza complexității formulei, însă, spre deosebire de prima variantă a indicelui *DD*, care exprimă viscozitatea în secunde Saybolt, se folosesc viscozimetre de mare precizie, viscozitatea exprimîndu-se în cSt. Formula propusă este:

$$IVC = \frac{2{,}450\left[V_{210} - \frac{0{,}213}{V_{210}^{1{,}08}}\right]^{1{,}8} - V_{100}}{2{,}450\left[V_{210} - \frac{0{,}213}{V_{210}^{1{,}08}}\right]^{1{,}8} - 2{,}808\left[V_{210} - \frac{0{,}213}{V_{210}^{1{,}33}}\right]^{1{,}5}}. \qquad (22)$$

Pentru ușurarea utilizării acestei formule s-au elaborat tabele; trebuie adăugat faptul că autorii acestei formule nu au folosit uleiurile-etalon ale sistemului *DD*, ci alte uleiuri preparate de ei.

c) Factorul de viscozitate zero, *FVZ* [13], compară uleiul de cercetat cu o serie de uleiuri-etalon a căror viscozitate se deduce cu formula:

$$\log V_{100} = 1{,}502 \log V_{210} + 0{,}4400$$

în care:

V_{100} este viscozitatea cinematică, cSt, la 100°F;

V_{210} — viscozitatea cinematică, cSt, la 210°F.

Uleiului studiat i se determină viscozitatea la 100 și 200°F.

Uleiului-etalon i se calculează viscozitatea la 100°F și cu ajutorul relației Walther-Nevitt se calculează viscozitatea la 0°F (—17,8°C):

$$FVZ = \frac{V_0^s}{V_0^e}, \qquad (23)$$

unde V_0^s și V_0^e reprezintă viscozitatea cinematică, cSt, la 0°F, a uleiului studiat, respectiv a uleiului-etalon.

Este de remarcat că indicele se calculează suficient de dificil, iar temperatura este aleasă complet arbitrar.

d) Înălțimea polului viscozității, W_p [21]. Dacă pe o diagramă ale cărei coordonate sînt log $(V + 0{,}8)$ și log T se reprezintă o familie de uleiuri de aceeași natură, liniile se intersectează în același punct (pol) a cărui ordonată W_p este folosită ca indice. Determinarea se poate face grafic sau prin calcul:

$$W_p = \frac{W_{50} + 0{,}0992V}{1 - 0{,}194\ m}, \qquad (24)$$

în care:

$W_{50} = \log \log (V_{50} + 0{,}8)$;

V_{50} este viscozitatea cinematică, cSt, la 50°C;

$$m = \frac{\log \log (V_1 + 0{,}8) - \log \log (V_2 + 0{,}8)}{\log T_2 - \log T_1};$$

V_1, V_2 — viscozitatea cinematică, cSt, la temperaturile T_1 și T_2, °K.

e) Indicele de viscozitate independent, *IVI* [22], este o perfecționare a indicelui *DD*, cu scopul de a-l face independent de influența temperaturii. Viscozitățile din formula *DD* sînt înlocuite cu expresia $W = \log \log (V + 0{,}6)$:

$$IVI = \frac{W_L - W_U}{W_L - W_H} 100. \qquad (25)$$

Indicele menționat înlocuiește de fapt valorile numerice ale viscozității cu lungimile segmentelor de dreaptă măsurate pe viscogramă. Rămîn însă alte dezavantaje, cum ar fi păstrarea celor două serii de uleiuri-etalon.

f) Constanta tipului de ulei, *T* [13]:

$$T = 4 \log V_{50} + (46 - 10\,m), \qquad (26)$$

în care m este panta curbei $V - T$ din ecuația Walther-Nevitt.

g) Indicele de viscozitate rațional, *IVR* [23]:

$$IRV = (60{,}0 - \text{antilog } n)\, 3{,}63, \qquad (27)$$

în care n se scoate din formula:

$$\log V_{100} = 0{,}4336 + n \log V_{210},$$

unde V_{100} și V_{210} reprezintă viscozitatea cinematică, cSt, la 100 și 210°F.

h) Relația normală a uleiurilor, *RNU*, este în legătură cu indicele absolut propus sub numele de „modulul de viscozitate al temperaturii" *MVT* [13]:

$$RNU = 10 \frac{MVT}{4{,}3 - 0{,}4310 \log V_{50}}, \qquad (28)$$

în care V_{50} este viscozitatea cinematică, cSt, la 50°C.

i) Numărul relației de viscozitate-temperatură, *NRVT* [13], are la bază o singură serie de uleiuri-etalon (standard), care au o curbă de variație a viscozității foarte „plată", formată din compuși puri. Această curbă este caracterizată prin următoarea relație care definește „numărul standard viscozitate temperatură", *NRVT*:

$$NRVT = 99{,}2 \log V_{210} + 108{,}8,$$

în care V_{210} este viscozitatea cinematică, cSt, la 210°F:

$$NRVT = 100 \frac{NVT}{NRVT}, \qquad (29)$$

NRVT fiind indicele absolut propus de același autor și redat prin formula (14).

j) Modulul viscozității, *MV* [13]:

$$MV = 100 \frac{\log L - \log U}{\log L' - \log H'}. \qquad (30)$$

Formula este asemănătoare cu aceea propusă de Dean-Davis, înlocuindu-se valorile viscozității cu logaritmii respectivi, în scopul de a se putea face indicii aditivi (ceea ce nu se reușește) și de a se înlătura valorile anormale la uleiurile cu viscozitate mică.

k) Indicele raportului de viscozitate, *IRV* [13], este bazat numai pe etalonul superior *H* al lui Dean-Davis:

$$IRV = 100 \frac{H}{U}, \qquad (31)$$

în care:

H reprezintă viscozitatea cinematică, cSt, la 100°F a etalonului superior (*IV* = 100) din seria *DD*;

U — viscozitatea cinematică, cSt, la 100°F a uleiului de cercetat.

În favoarea folosirii acestui indice autorul propunerii aduce ca argument faptul că este foarte ușoară calcularea lui și că la uleiurile cu viscozitate mică erorile experimentale au o influență cu mult mai mică asupra valorii indicelui, în comparație cu influența asupra valorilor indicelui *DD*.

l) Pentru a se caracteriza uleiurile de uns au existat și propuneri de indici micști, cum este [13] indicele de densitate, *ID*:

$$ID = \frac{10G - 1{,}0752 \log (V - 38)}{10 - \log (V - 38)}, \qquad (32)$$

în care:

G este densitatea la 15,56/15,56;

V — viscozitatea, în secunde, Saybolt la 100°F.

m) Un alt indice de același gen este cunoscuta constantă de viscozitate-densitate *CVD*, propusă de Pinkevici [1,24], care se folosește cînd cunoaștem densitatea uleiului și viscozitatea cinematică la 50 sau la 100°C:

$$CVD = \frac{10\,d - 1{,}723 - 0{,}7 \log V_{50}}{8{,}202 - 0{,}578 \log V_{50}}; \qquad (33)$$

$$CVD = \frac{10\,d - 2{,}193 - 0{,}34 \log V_{100}}{7{,}711 - 0{,}023 \log V_{100}}, \qquad (34)$$

în care:

d este densitatea uleiului la 20/4;

V_{50} — viscozitatea cinematică, cSt, la 50°C;

V_{100} — viscozitatea cinematică, cSt, la 100°C.

Între *CVD* și *IVDD* există o corelație, așa cum se vede din figura 6 [4].

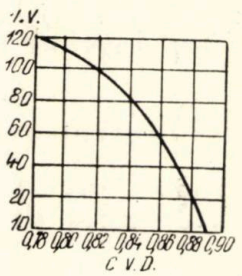


Fig. 6. Corelația dintre *CVD* și *IV*.

n) Indicele *R* [8] este redat prin formula:

$$R = \frac{b_0 - 1}{b} 1\,000, \qquad (35)$$

în care:

$b_0 = 184 + 450 \log V$;

V — viscozitatea cinematică, cSt, la 100°F;

$$b = 970 \log \frac{V_{100}}{V_{210}} + 19{,}4,$$

unde V_{100} și V_{210} reprezintă viscozitatea cinematică, cSt, la 100, respectiv 210°F.

Tabela 5

INDICII RELATIVI AI ULEIURILOR STUDIATE

Formula	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
Uleiul nr.																
1	38,6	37,2	28,47	4,36	3,01	31,4	12,41	38,5	20,6	73,4	23,83	68,9	0,887	0,889	0,887	1 019
2	51,8	50,5	44,54	2,60	3,67	42,4	11,33	51,5	21,5	76,3	38,38	70,8	0,868	0,870	0,870	1 043
3	58,0	58,2	50,67	1,86	4,86	49,6	8,16	57,7	19,5	78,9	44,00	76,6	0,861	0,861	0,861	1 044
4	69,1	56,9	67,57	3,00	3,06	61,0	14,25	69,0	23,3	77,0	59,73	76,0	0,857	0,858	0,858	1 041
5	78,7	79,8	80,49	2,00	2,17	74,8	13,46	81,7	16,9	84,1	72,09	88,9	0,865	0,864	0,862	1 119
6	86,4	87,6	86,43	1,71	2,21	80,5	18,77	86,7	21,2	81,3	75,92	87,3	0,824	0,827	0,827	1 119
7	86,9	83,6	88,33	1,18	2,45	80,2	15,59	86,8	20,7	81,2	81,09	89,1	0,827	0,827	0,827	1 111
8	109,7	109,0	105,49	0,54	1,81	116,6	20,37	111,1	20,4	85,1	116,61	112,5	0,828	0,829	0,826	1 195
9	117,6	119,4	118,88	0,45	1,54	124,3	24,01	121,2	20,5	95,2	133,35	130,8	0,819	0,820	0,817	1 252

În tabela 5 sînt calculate valorile indicilor relativi pentru cele nouă tipuri de uleiuri, utilizîndu-se formulele discutate.

Din tabelă se vede că unii dintre indicii propuşi se calculează în mod greoi [de exemplu formula (24) şi (26)], variază în limite înguste şi inverse faţă de creşterea calităţii uleiurilor [de exemplu formula (23)], sau necesită calcularea unui alt indice, în funcţie de care este exprimat [formula (29)].

Determinarea în laborator a viscozităţii necesare calculării indicilor este influenţată de o serie de surse de erori, şi anume : starea capilarei, precizia cronometrului, eroarea termometrului, fluctuaţia de temperatură a băii termostatate, rutina executantului etc.

Calculîndu-se indicele de viscozitate Dean-Davis, plecînd de la determinări efectuate la 50 şi 100°C, s-au obţinut rezultatele redate în tabela 6.

Din studierea acestei tabele se observă că o eroare de ± 0,1 cSt la determinarea de la 50°C dă un indice foarte apropiat de cel ce se abate cu 5—6 unităţi de la valoarea reală, abaterea fiind mai mare la uleiurile cu viscozitate mai mică.

Cu toate că indicele de viscozitate Dean-Davis are neajunsurile arătate, el va rămîne probabil criteriul calitativ cel mai folosit, după ce i se vor face cîteva modificări. Avînd în vedere că uleiurile minerale luate ca etalon sînt depăşite, ar fi logic ca drept etaloane să fie alese uleiuri sintetice.

Într-un anumit interval de temperatură, pierderea de viscozitate a uleiurilor sintetice este cu mult mai mică decît pierderea suferită de uleiurile minerale obişnuite [25].

În tabela 7 este redată scăderea viscozităţii uleiurilor minerale şi a celor sintetice. Din studierea tabelei se observă că, în timp ce viscozitatea uleiurilor sintetice scade între două temperaturi (de la 37,8 la 98,9°C) cu aproximativ 50—60% faţă de valoarea iniţială, viscozitatea uleiurilor minerale studiate scade în acelaşi interval cu circa 90% faţă de valoarea iniţială. Pe de altă parte, indicele de viscozitate al acestor uleiuri fiind foarte mare, ele pot fi considerate ca uleiuri-plafon.

Tabela 6

Influenţa erorilor experimentale la determinarea indicelui de viscozitate *

Determinarea \ Proba	Eroare −0,1 cSt viscoz. /50°C	*IV*	Diferenţa faţă de *IV* real	Eroare + 0,1 cSt viscoz./50°C	*IV*	Diferenţa faţă de *IV* real
Uleiul nr. 1	50,3	37,8	+0,6	50,5	36,6	−0,6
4	102,9	57,0	+0,1	103,1	56,7	−0,2
	Eroare, −0,1 cST, viscoz./100°C	*IV*	Diferenţa faţă de *IV* real	Eroare, + 0,1 cSt viscoz./100°C	*IV*	Diferenţa faţă de *IV* real
Uleiul nr. 1	8,0	31,5	−5,7	8,2	43,6	+6,4
4	13,7	54,6	−2,3	13,9	59,0	+2,1

* Determinările s-au efectuat cu formula (21).

Tabela 7

Comparaţie între scăderea procentuală a viscozităţii uleiurilor minerale şi a celor sintetice

Uleiul \ Proba	V/37,8	V/98,9	Scăderea % faţă de valoarea iniţială	Uleiul nr.	V/37,8	V/98,9	Scăderea % faţă de valoarea iniţială
Polimetil G	34,0	13,9	59	1	100,2	8,42	91,6
Polimetil K	100	40,5	59,5	2	139,6	10,72	92,3
Metilfenilsilicon				3	89,2	8,36	90,6
(D C 550)	95	20,7	78	4	20,7	14,7	92,9
Metilsilicon (D C 200)	22	9,2	58	5	53,2	6,62	87,6
Metilsilicon (D C 200)	7,9	3,5	56	6	20,7	16,15	92,2
Tetraizooctilsilicat	7,6	2,5	67	7	141	12,62	91,1
				8	186	17,8	90,4
				9	251,3	24,0	90,5

BIBLIOGRAFIE

[1] Rădulescu, G. A. *Tehnologia uleiurilor minerale*, Bucureşti Editura tehnică, 1958, p. 41.

[2] Larson, C. M., Schwaderer, W. C. IV. *Mejdunarodnîi neftiannoi kongres*, Moskva, Gostoptehizdat, 1956, p. 195.

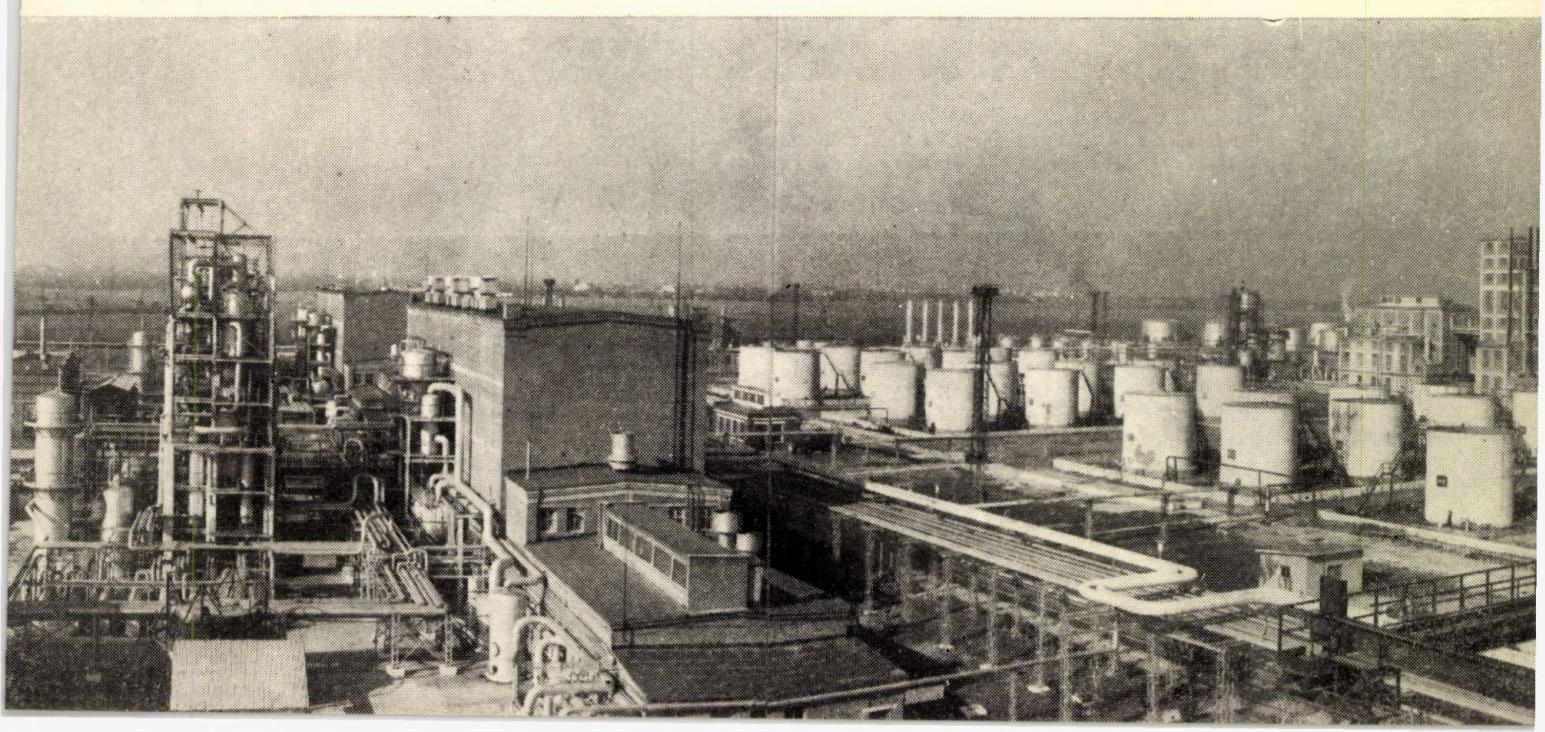
[3] * * * *The Science of Petroleum*, Oxford, University Edition, 1937, vol. II, p. 1 075.

[4] Ribac, B. M. *Analiz nefti i nefteproduktov*, Baku, Aznefteizdat, 1948, p. 258, 1962, p. 269.

[5] Solomon, M. *Viscozimetrie şi elemente de teorie a viscozităţii*, Bucureşti, Editura tehnică, 1958, p. 62—122.

[6] Nes, K. van, Westen H. A., van. *Aspects of the constitution of Petroleum*, Amsterdam, Elsevier Comp. Inc., 1951, p. 114.
[7] Cameron, A. J. of Inst. of Petroleum, **46**, 1960, nr. 434, p. 58.
[8] Crouch, R. F., Cameron A. J. of Inst. of Petroleum, **47**, 1961, nr. 453, p. 307.
[9] *Fifth World Petroleum Congress*, New York, 1959, sect. IV, p. 407.
[10] *** *Deuxième congres mondial du pètrole*, Paris, 1937, vol. II, p. 891.
[11] Bell, T. G., Sharp, L. H. Oil and Gas Journal, **32**, 1933, nr. 13, p. 13.
[12] Hirschler, A. E. J. of Inst. of Petroleum, **32**, 1946, p. 133.
[13] Blott, J. F. T., Verver C. G. J. of Inst. of Petroleum, **38**, 1952, nr. 193, p. 193.
[14] Gurevici, I. L. *Tehnologhiia nefti*, vol. I, Moskva, Gostoptehizdat, 1952, p. 72.
[15] Ellis, E. G. Petroleum, **20**, 1957, nr. 8, p. 294.
[16] Ramser, J. H. Ind. Eng. Chem. **41**, 1949, p. 2 053.
[17] Cornelissen, J., Vatterman, H. I., J. of Inst. of Petroleum, **42**, 1956, nr. 386, p. 62.
[18] Dean, E. W., Bauer, A. D., Berglund, J. H. Ind. Eng. Chem., **32**, 1940, p. 102.
[19] Kassargian, G. Standardizarea, **8**, 1956, nr. 4, p. 1.
[20] Hersh, R. E., Fisher, E. K., Fenske, M. R. Ind. Eng. Chem., **27**, 1935, nr. 12, p. 1 441.
[21] Ubbelohde, L. *Zur Viskosimetrie*, Leipzig, Verlag von S. Hirzel, 1936, p. 9.
[22] Geniesse, J. C. Bulletin A.S.T.M., 1956, nr. 215, p. 81.
[23] Tadayon, J., Hardiman, E. W., Nissan, A. H., J. of Inst. of Petroleum, **35**, 1949, p. 28.
[24] * * * *Manualul chimistului*, Bucureşti, Ed. AGIR, 1948, vol. II, p. 2 030, 2 113.
[25] Dinţes, A. I., Drujinina, A. V. *Sinteticeskie smazocinlie masla*, Moskva, Gostoptehizdat, 1958, p. 205.
[26] * * * *Analiza ţiţeiului şi produselor petroliere*, Bucureşti, Editura tehnică, 1953, p. 382.
[27] * * * *I. P. Standards for petroleum*, London, 1961, part. I, p. 692.
[28] * * * *Metodi ispitania nefteproductov*, Moskva, Gostoptehizdat, 1953, p. 44.
[29] * * * *Tehn. normi na nefteprod.*, Moskva, Gostoptehizdat, 1955, p. 84, 109, 383.
[30] Setkowicz, WI. M. Sc. Nafta, **9**, 1953, nr. 3, p. 71, nr. 4, p. 99.

Rafinăria Teleajen



Petrolul în Orientul mijlociu

Cele zece țări producătoare de petrol ale Orientului mijlociu reprezintă, prin cele 5,7 milioane km², 4,2% din suprafața uscată a globului pămîntesc, iar prin cele 94 de milioane de locuitori, 3,1% din populația lumii.

Zăcămintele de țiței ale acestei regiuni geografice sînt însă de proporții deosebite. Ele reprezintă 66% din rezervele țărilor capitaliste, și aceasta explică de ce toate țările capitaliste mari — căci toate sînt deficitare în producția de țiței — se interesează în mod deosebit de această bogăție atît de prețioasă și ca materie primă pentru industria chimică.

Pe măsură ce au fost prospectate, zăcămintele petroliere ale Orientului mijlociu au devenit tot mai importante. Dacă pînă în anul 1950 Statele Unite ocupau primul loc în ceea ce privește rezervele de țiței ale țărilor capitaliste, în anul 1955 Kuwaitul trece pe locul întîi, și S.U.A. pe locul al doilea, iar în anul 1960 locul unu, doi și trei în rezervele de țiței ale țărilor capitaliste sînt deținute de trei state ale Orientului mijlociu (Kuwait, Arabia Saudită și Iran). Locul patru este ocupat de S.U.A., iar pe locul cinci apare un alt stat din Orientul mijlociu : Irakul.

Concernele de petrol americane, anglo-olandeze, franceze și italiene au căutat să pătrundă cît mai mult în această zonă, atît datorită rezervelor existente cît și faptului că țările slab dezvoltate economic asigură și mînă de lucru foarte ieftină oferind astfel posibilități de profituri mult mai mari.

Extracția de țiței în Orientul mijlociu, cu excepția Iranului (unde exploatarea a început în anul 1913), a luat amploare abia între cele două războaie mondiale (1926 Irak, 1936 Arabia Saudită) și, mai ales, după sfîrșitul celui de-al doilea război mondial (Kuwaitul din 1946).

Extracția de țiței în Orientul mijlociu s-a dezvoltat după cum urmează :

Anii	mii t
1938	15 857
1940	12 946
1945	24 588
1950	85 942
1955	160 990
1960	261 720
1961	279 000

Astfel, Orientul mijlociu participă la extracția mondială de țiței cu o pondere tot mai mare : 9% în anul 1940, 17% în anul 1950 și 25% în anul 1961.

Dintre țările Orientului mijlociu, patru au importante industrii extractive de țiței (datele definitive pe anul 1961). Astfel, Kuwaitul produce 83 mil. t, Arabia Saudită 68,5 mil. t, Iranul 58,8 mil. t, Irakul 49 mil. t. Celelalte șase state au producții mai mici : Kuwaitul (Zona neutră) 8,7 mil. t, Quatar 8,3 mil. t, Republica Arabă Unită (Egipt) 3,7 mil. t, Bahrein 2,3 mil. t, iar Turcia și Israel împreună o jumătate de milion tone pe an.

Dacă în rezervele de țiței din țările capitaliste țările din Orientul mijlociu ocupă locurile unu, doi, trei și cinci (patru fiind ocupat de S.U.A.), în extracția de țiței din țările capitaliste, statele Orientului mijlociu dețin locurile trei (Kuwait), patru (Arabia Saudită), cinci (Iran) și șase (Irak).

O caracteristică a extracției de țiței din țările Orientului mijlociu este producția deosebit de mare de țiței pe sondă. În Venezuela cele 154 mil. t țiței s-au extras cu 9 860 de sonde, ceea ce revine la 43 t/sondă/zi, iar în S.U.A. unde cele 354 mil. t de țiței au fost extrase cu 600 mii de sonde, producția de țiței revine la numai 1,6 t/sondă/zi.

În Orientul mijlociu cele 294 mil. t de țiței au fost extrase cu numai 1 546 de sonde, ceea ce revine la o producție de țiței de 501 t/sondă/zi. Această producție deosebită pe sondă arată și faptul că pentru exploatarea țițeiului din Orientul mijlociu sînt necesare cheltuieli reduse, fapt ce atrage beneficii excepționale pentru societățile exploatatoare, deoarece prețul de vînzare al țițeiului diferă destul de puțin dintr-o parte în cealaltă a globului pămîntesc. O bogată rețea de conducte ajută la transportarea țițeiului din regiunea Golfului Persic la Marea Mediterană.

La o producție de țiței de aproape 300 mil. t/an, Orientul mijlociu nu posedă decît 22 de rafinării, cu o capacitate totală de prelucrare de 80 mil. t. Capacitatea totală de cracare a instalațiilor este de 5,71 mil. t, iar cea de reformare de 9,21 mil. t. Așadar, capacitatea de prelucrare a Orientului mijlociu este de numai 25,6%, față de cantitatea de țiței extrasă. Trei sferturi din țițeiul extras se exportă ca atare, iar beneficiile valorificării lui sînt acaparate de către societățile din țările capitaliste.

Cele 80 mil. t capacitate de prelucrare a petrolului din Orientul mijlociu sînt amplasate în special în trei țări, și anume : Iranul are trei rafinării cu o capacitate totală de 26,5 mil. t, Kuwaitul are două rafinării cu capacități de 11,3 mil. t și Bahreinul are o rafinărie cu o capacitate de 9,3 mil.t.

O situație mai detaliată a capacităților de producție din Orientul mijlociu este redată în tabela 1.

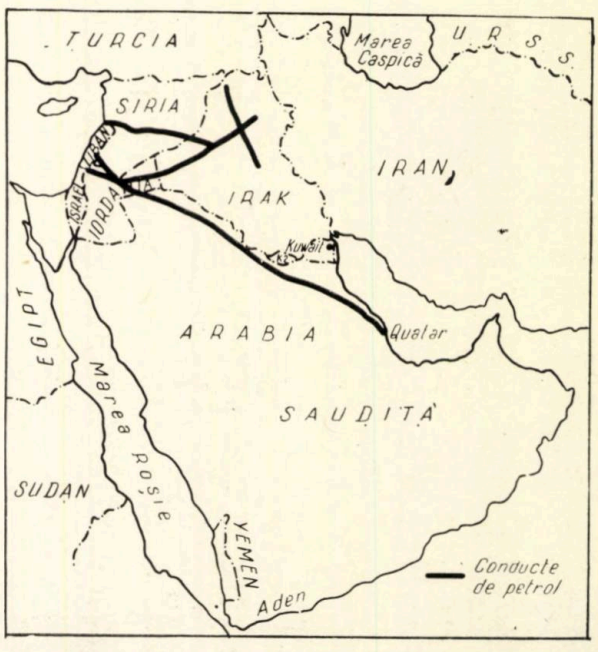


Fig. 1.

De remarcat că la Abadan în Iran se găsește o rafinărie cu o capacitate de prelucrare de 22,5 mil. t, fiind cea mai mare din țările capitaliste.

Exportul de ţiţei din Orientul mijlociu se îndreaptă în special spre ţările Europei de vest şi îndeosebi spre Italia, Marea Britanie, R.F. Germană şi Franţa, care absorb în total 58% din exportul acestei regiuni. Statele Unite importă

Tabela 1

CAPACITATEA DE PRELUCRARE A PETROLULUI ÎN ORIENTUL MIJLOCIU (în mii t)

Ţara	Nr. rafinării	Capacitatea de prelucrare la 1.I.1962		
		distilare primară	cracare	reformare
Bahrein	1	9 325	2 165	1 520
Iran	3	26 500	1 500	4 125
Irak	6	3 815	1 050	250
Israel	1	2 860	710	..
Iordania	1	320	..	..
Kuwait	2	11 500	—	200
Liban	2	1 205	..	70
Zona neutră	1	2 500	..	..
Quatar	1	30	..	..
Arabia Saudită	1	9 450	..	2 105
Arabia de Sud (Aden)	1	6 850	..	600
Siria	1	1 000	..	..
Turcia	1	350	150	..
Egipt	3	4 660	135	345
Total	25	80 365	5 710	9 215

aproximativ 8% din exportul Orientului mijlociu. Este interesant faptul că pe baza ţiţeiului din Orientul mijlociu s-au creat în unele ţări europene instalaţii importante de prelucrare a ţiţeiului. Astfel, Italia — ţară cu o producţie de ţiţei de două milioane t/an — şi-a construit instalaţii de prelucrare de peste 38 mil. t, deci cu mult peste nevoile proprii, şi a devenit astfel ţară exportatoare de produse petroliere, pe bază de ţiţei importat. Aşadar, Orientul mijlociu exportă în special materie primă brută, de care beneficiază ţările care o valorifică prin realizarea de produse superioare.

Instalaţiile pentru prelucrarea ţiţeiului care au fost construite în Orientul mijlociu au la bază înspecial capital american şi anglo-olandez şi, în mai mică măsură, italian şi francez.

Trusturile monopoliste americane şi anglo-olandeze au pătruns puternic în aceste ţări. Statele Unite deţin 100% din capacitatea de prelucrare a instalaţiilor din Arabia Saudită şi Bahrein, iar anglo-olandezii 100% din capacitatea de prelucrare a instalaţiilor din Aden şi Kuwait (Zona neutră). Instalaţiile din Kuwait sînt deţinute în proporţie de 60% de către americani şi de 40% de către anglo-olandezi. Capitalurile investite în instalaţiile de prelucrare a petrolului din Orientul mijlociu sînt următoarele (în %):

Originea capitalului	1955	1960
S.U.A.	35,5	39,2
Anglo-olandez	19,5	14,0
Alte ţări	45,0	46,8
Total	100%	100%

Orientul mijlociu luat în ansamblu este regiunea cu cele mai bogate zăcăminte de ţiţei (2/3 din cele capitaliste) şi participă cu un sfert la producţia mondială. Este natural că ea atrage capitaluri importante din ţările capitaliste exploatatoare, care pentru a-şi asigura securitatea capitalurilor investite şi beneficii maxime îşi impun punctul de vedere, influenţînd negativ viaţa politică şi socială a acestor ţări.

A. S. Banciu

Documentare

TRATAREA CU ŢIŢEI A SONDELOR INUNDATE PENTRU REDUCEREA DEBITULUI DE APĂ. Neftianoe hoziaistvo nr. 5, 1962.

Pentru reducerea temporară a afluxului apelor de zăcămînt în sondă, atît în U.R.S.S. cît şi în alte ţări se practică de multă vreme injectarea în porţiunea inundată a zonei din jurul tălpii a ţiţeiului obişnuit sau cu o viscozitate mare, restabilindu-se astfel exploatarea normală a sondei. Această metodă de reducere a afluxului apei se bazează pe principiul reducerii permeabilităţii faţă de apă, principiu cunoscut din teoria hidraulicii subterane.

Această metodă de tratare a sondelor este simplă şi ieftină. În unele cazuri, însă, aplicarea acestor metode nu dă rezultate bune.

Într-un şantier din S.U.A., în 13 sonde inundate în proporţie de 18—96% s-au injectat 50—195 m³ de ţiţei. Rezultate satisfăcătoare au fost obţinute la 70% din cazuri. În cinci sonde inundate în proporţie de 18—51% cantitatea de apă produsă a scăzut cu 3—47% (durata efectului fiind de 2, 3—10 luni). La patru sonde cu acelaşi grad de inundare (aproximativ 18 — 51%) s-au obţinut rezultate mai puţin bune, constatîndu-se chiar o creştere a debitului de apă la două sonde.

La celelate sonde cu grad de inundare mai ridicat (80—96%) rezultatele au fost mediocre.

În regiunea Baku s-a injectat în sonde ţiţei vîscos, în scopul izolării apelor şi al reducerii raţiei de gaze.

Injectarea a 20—30 t de ţiţei vîscos în strat în schelele din Baku a dus la mărirea apreciabilă a debitului de ţiţei, cu reducerea concomitentă a debitului de apă, durata efectului ajungînd pînă la opt luni.

În urma a patru tratări la trei sonde (din care o sondă a fost tratată de două ori), injectîndu-se în strat pînă la 70 m³ amestec de ţiţei devonian cu păcură, la presiune de 100—115 at, producţia de ţiţei a crescut numai la o singură sondă cu 10—20%, iar conţinutul de apă în ţiţei a scăzut cu 25—60%. Durata efectului acestei tratări a fost de 2, 5—10 luni.

Din practică reiese că rezultatele tratării, în cazul că inelul de ciment în spatele coloanei nu este deteriorat, sînt determinate nu numai de caracterul şi gradul de inundare a sondelor ci şi de tehnologia de tratare şi proprietăţile lichidelor folosite pentru acest scop.

Dacă condiţiile celelalte sînt egale, tratarea cu ţiţei a sondelor cu procent de apă ridicat şi în creştere dă rezultate mai slabe decît tratarea sondelor cu debit de apă redus şi relativ stabil, situaţia putîndu-se schimba brusc în funcţie de caracteristicile rocilor din care este compus stratul petrolier, în special de gradul de fisurare.

Astfel, de exemplu, în raioanele din Baku, pentru a se obţine rezultate bune a fost suficient să se injecteze 3,5—5 m³ ţiţei vîscos pe un metru liniar din grosimea stratului, pe cînd în condiţiile din Tuimaz chiar mărirea volumului de ţiţei la 8,7—34 m³/m nu dă un efect de durată.

În schelele din Tuimaz, unde zăcămîntul este compus din roci fisurate mai compacte, lichidul se injectează în strat adesori la presiunea de fisurare. În aceste condiţii ţiţeiul poate să pătrundă prin fisuri adînc în strat. Pentru micşorarea afluxului de apă va fi nevoie de injectarea unui volum mai mare de ţiţei.

Experienţa de lucru a institutului UFNII a arătat că s-au obţinut rezultate mai bune în ceea ce priveşte izolarea afluxului de apă atunci cînd s-au folosit volume mari de lichid injectat (pînă la 100 m^3/sondă).

Pentru a preveni dislocarea ţiţeiului din strat în sondă este necesar ca după injectarea ţiţeiului talpa sondei să fie cimentată în faţa intervalului inundat aşa cum se face de obicei.

În scopul îmbunătăţirii prizei cimentului injectat cu roca şi a cimentului din sondă este raţional ca sonda să fie în prealabil spălată cu solvenţi sau soluţie de substanţe tensioactive.

UN NOU REACTIV PENTRU COMBATEREA DEPUNERII SĂRURILOR ÎN ŢEVILE SONDELOR DE ŢIŢEI. Azerbaidjanskoe neftianoe hoziaistvo, nr. 10, 1962, p. 35—38.

Hexametafosfatul de sodiu, folosit pentru a preveni depunerea în ţevile din sondă a carbonaţilor de calciu din apele de strat, prezintă neajunsul că corodează supapele şi alte piese metalice în pompele de dozare, folosite la pomparea soluţiei de hexametafosfat în sondele exploatate prin gazlift. Aceasta duce la pierdere de reactiv, astfel încît eficacitatea pompării în sondă a acestui produs scade.

Pentru a preveni acest inconvenient, s-a încercat înlocuirea acestui reactiv printr-un fosfat deshidratat, şi anume prin tripolifosfatul de sodiu, ($Na_2P_3O_{10}$), preparat prin încălzirea amestecului de fosfat de sodiu mono- şi bisubstituit. Amestecul s-a încălzit pînă la 650°C, fiind menţinut la această temperatură timp de 30 min.

Experienţele au arătat că folosirea tripolifosfatului de sodiu prezintă avantajul unui *p*H mai mare în soluţiile concentrate faţă de *p*H-ul hexametafosfatului de sodiu. Astfel *p*H soluţiei de tripolifosfat de sodiu 1% reprezintă 9,5—9,85, iar al soluţiei de hexametafosfat de aceeaşi concentraţie, 7,1. La studiul vitezei de coroziune s-a constatat că coroziunea oţelului în apa distilată şi cea obişnuită, în care polifosfatul de sodiu a fost dizolvat într-o proporţie de 0,1%, este de 3,5 ori mai lentă decît în soluţia de hexametafosfat de aceeaşi concentraţie.

Încercarea efectului produs de tripolifosfatul de sodiu asupra intensităţii depunerii de săruri a demonstrat că la concentraţia acestei sări în apa de strat dură de 2,5 mg la un litru depunerea scade în proporţie de 88%.

Coroziunea oţelului în soluţiile de tripolifosfat de sodiu 0,1—1%, de fabricaţie uzinală, în apa distilată scade cu 90—95%; în soluţia 0,1% în apa din conductă — cu 74%; în soluţia de 1% în această apă — cu 94%.

De asemenea, în cazul depozitării în ambalaje neetanşe, hexametafosfatul de sodiu, datorită absorbirii apei, se transformă într-o masă vîscoasă greu solubilă, ceea ce îngreuiază utilizarea acestui reactiv. Dimpotrivă, tripolifosfatul la absorbirea umidităţii rămîne în formă de praf şi se dizolvă în perfecte condiţii.

BURLANE CU ÎMBINĂRI SUDATE. Izvestiia vîşih ucebnîh zavedenii. Neft i gaz, nr. 8, 1962, p. 78.

Un grup de specialişti sovietici de la trestul Krasnodarneft a elaborat şi a introdus în practică burlane de tubaj fără mufe cu elemente de legătură sudate, precum şi un procedeu pentru reţinerea acestor burlane şi coloane în poziţie suspendată.

În burlanele netede în loc de fileturi capetele se prelucrează pentru sudură în forma unei legături cu cep şi evazare, sau cu două evazări cu bucşa de ghidaj. Pe suprafaţa exterioară a burlanului se face un canal cilindric, adînc de 2,5—3 mm, pe care, pentru a reţine burlanul în poziţie suspendată, se îmbracă un jug articulat special.

În mai puţin de un an, cu ajutorul burlanelor cu îmbinările sudate, s-au tubat 37 de sonde adînci (din care 9 sonde cu condensate de gaze). Astfel au fost tubate o serie de coloane intermediare şi de exploatare. Deocamdată coloanele de tubaj se sudează manual deasupra gurii sondelor, operaţia fiind efectuată de doi sudori de înaltă calificare, care folosesc maşini de sudură cu curent continuu de tipul SAK—2 şi electrozii UONI—13/45.

În prezent, Institutul de sudură electrică „Acad. E.O. Paton" din Kiev se ocupă cu construirea unei instalaţii automate de sudură în acest scop şi, în acelaşi timp, elaborează tehnologia de sudură a burlanelor fabricate din mărcile de oţeluri uzuale.

Pentru a prelungi durata de serviciu a prăjinilor de foraj şi a prăjinilor grele, la direcţia Krasnodarneft s-au elaborat şi s-au introdus noile procedee de asamblare a prăjinilor şi a părţii inferioare grele cu ajutorul sudurii.

Pentru realizarea îmbinării sudate, capetele prăjinilor de foraj şi prăjinilor grele asamblate, precum şi a semiracordurilor speciale se prelucrează în formă de cep şi evajaz sau două evazaje cu o bucşă de ghidaj. După aceasta, prăjinile trec în secţia de sudură, unde sînt sudate sub un strat de fondant, cu ajutorul aparatelor semiautomate. Sudura se realizează după tehnologia elaborată de Institutul de sudură electrică „Acad. E.O.Paton".

În prezent, la Krasnodarneft asamblarea prăjinilor după metoda descrisă şi forajul sondelor adînci se realizează cu succes pe scara largă.

Colegiul Comitetului de stat al Consiliului de Miniştri al U.R.S.S. pentru industria de combustibil a discutat experienţa acumulată de către Krasnodarneft în legătură cu folosirea materialului tubular cu elemente de legătură sudate, recomandînd introducerea lor în producţie şi în alte regiuni petroliere şi gazeifere.

DISPOZITIV PENTRU DETERMINAREA ETANŞEITĂŢII REZERVOARELOR. Neftianik, nr. 9, 1962 p. 17.

Particularitatea deosebită a dispozitivului pentru determinarea etanşeităţii rezervoarelor (vezi figura), construit de N. F. Muralev, este folosirea unui micromanometru în legătură cu rezervorul de măsurat printr-un corp etanş, care în momentul măsurării se poate separa de rezervor prin intermediul unei supape.

Corpul *1*, închis eremetic cu capacul *2*, care are fereastra de vizare *3*, se leagă cu camera colectoare *6* prin orificiul calibrat *4*, care este deschis şi închis de către supapa *5*. Camera colectoare comunică prin orificiul calibrat *7* şi robinetul de

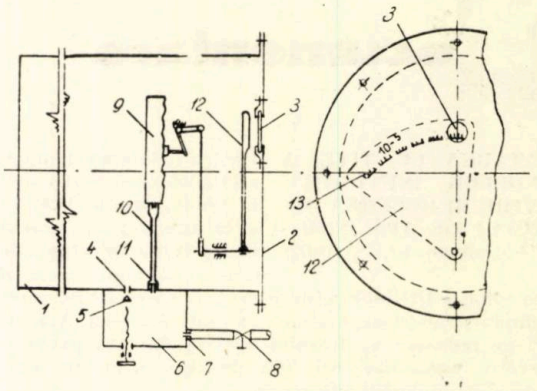


Fig. 1

închidere *8* cu rezervorul de controlat. În corpul *1* este montată capsula aneroidă *9* de înaltă sensibilitate, care se leagă cu camera colectoare *6* prin tubul *10* şi orificiul calibrat *11*. Capsula aneroidă interacţionează cu sectorul *12* cu scala *13* prin intermediul unui sistem de pîrghii.

Pentru protejarea capsulei aneroide în procesul umplerii dispozitivului cu aer din rezervor, secţiunea orificiului calibrat *7* este mai mică decît a orificiilor calibrate *4* şi *11*.

Prin deschiderea robinetului de închidere *8* aerul din rezervorul de controlat trece în corpul etanş *1* şi capsula aneroidă *9*. După egalizarea presiunii în dispozitiv şi rezervor, se închide orificiul calibrat *4* cu supapa *5*.

În cazul scurgerii aerului în rezervor, diferența de presiune produsă în capsula aneroidă *9* produce deformația elastică a acesteia. Forțele corespunzătoare deformației elastice a capsulei aneroide se transmit prin intermediul sistemului de pîrghii la sectorul 12. Indicațiile scalei 13 se citesc prin fereastra de vizare *3*.

Dispozitivul descris mai sus accelerează operația de determinare a etanșeității rezervoarelor de înaltă presiune și mărește precizia măsurătorilor.

PIROLIZA CU PURTĂTOR DE CĂLDURĂ PENTRU PRODUCEREA ETILENEI. Erdöl und Kohle, **15** nr. 10, 1962, p. 803.

Pe baza rezultatelor din pilot, s-a construit o instalație cu o capacitate de prelucrare de 8,5 t/h pentru țiței sau de 7—8 t/h pentru benzină, corespunzătoare unei producții de 15 000 t etilenă pe an. Schema instalației este arătată în figură.

Nisipul din reactorul *1*, încălzit la circa 850°C, circulă de sus în jos și cedează materiei prime căldura necesară de reacție. Ajuns la baza reactorului, nisipul răcit cu circa 100°C

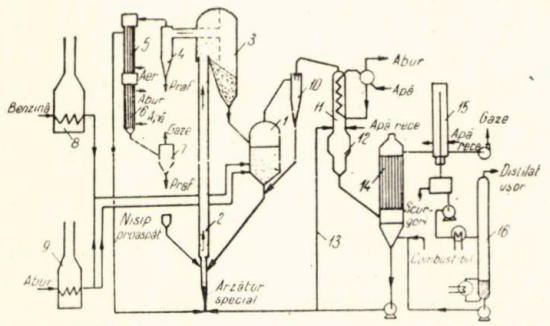


Fig. 1. Schema instalației de piroliză a benzinei cu purtător de căldură (nisip) pentru producerea etilenei:

1 — reactor; *2* — elevator pneumatic; *3* — buncăr; *4* — ciclon; *5* — preîncălzitor de aer; *6* — recuperator de căldură; *7* — multiciclon; *8* — cuptor pentru benzină; *9* — supraîncălzitor de abur; *10* — ciclon; *11* — recuperator de căldură; *12* — răcitor și spălător; *13* — ulei de spălare; *14* — precipitator electrostatic; *15* — răcitor tubular; *16* — coloană de fracționare.

se scurge în elevatorul *2*, unde întîlnește flacăra unui arzător cu combustibil lichid și gazele de ardere, care îl încălzesc și îl ridică pe cale pneumatică în buncărul *3*. Gazele de ardere se separă de nisipul antrenat într-un ciclon *4*, trec printr-un preîncălzitor *5*, apoi printr-un recuperator de căldură *6* și de aici în atmosferă după ce au fost debarasate de praf într-un ciclon cu mai multe etaje *7*.

Materia primă (benzina), vaporizată în cuptorul *8*, împreună cu aburul din supraîncălzitorul *9*, se preîncălzesc la 400°C și intră în reactor. Gazele de piroliză din reactor trec printr-un ciclon *10* și se răcesc succesiv într-un recuperator de căldură *11* la 400°C și într-un răcitor *12* prin contact direct cu apa, la 150°C. Gazele sînt purificate prin spălare cu ulei, *13*, și pe cale electrostatică, *14*, înainte de condensarea, respectiv răcirea finală, în răcitorul tubular *15*. Amestecul fracțiunilor lichide ușoare și grele din care s-au separat gazele este trimis la o coloană de fracționare *16*, pe la vîrful căreia se obține un distilat ușor de cracare. Reziduul de la fundul coloanei, împreună cu părțile depuse în separatorul electrostatic, se recirculă și servește ca agent de spălare a gazelor și drept combustibil la baza elevatorului pneumatic.

Purtătorul de căldură este un nisip de cuarț cu granulația de 0,4 pînă la 1,2 mm. Cantitatea acestui nisip care se recirculă prin instalație este de 200 t/h, pierderile fiind de 0,3 t/h, ceea ce nu prezintă importanță din cauza costului său neînsemnat. Folosirea nisipului a pus însă probleme grele d. eroziune, care au fost rezolvate prin dimensionarea favorabilă a sistemului de recirculare, prin construirea unui arzător special etc., astfel încît viteza nisipului să nu depășească o anumită valoare.

Menținerea stratului din reactor în stare fluidizată, la viteze de circulație a gazelor de 1,5—2,0 m/s, cu particulele mari ale nisipului, a fost realizată cu ajutorul unui dispozitiv adecvat. Acesta este prevăzut cu șicane și ocupă 5—10% din spațiul de reacție, asigurînd o bună omogenizare a fazei dense, cu toată viteza mare a gazelor din strat.

Răcirea și condensarea produselor de piroliză se fac în prima treaptă printr-un recuperator de căldură producător de abur cu 8 at, cu circulație de bile pentru curățarea suprafețelor de schimb de căldură.

În treapta a doua de răcire temperatura scade la 150°C, prin contact direct cu apa. În acest aparat se face și o spălare a gazelor cu ulei greu, care se recirculă. Acest ulei, folosit în arzătorul de la baza elevatorului, conține circa 2% praf foarte fin, reținut în bună parte în cicloane. Separatorul electrostatic care urmează permite eliminarea uleiului greu și a asfaltenelor antrenate. În lipsa separatorului, s-a observat formarea de emulsii supărătoare de ulei ușor distilat, care ies împreună cu apa pe la vîrful coloanei de fracționare.

Răcirea finală se face prin mijloacele obișnuite. Distilatul ușor (punct final de fierbere 300°C) este redistilat după o metodă specială, pentru evitarea polimerizărilor.

La piroliza a trei benzine în diferite condiții de lucru s-au obținut următoarele rezultate:

Materia primă			
D_4^{20}	0,702	0,689	0,708
Interval de distilare, °C	41—162	36—153	44—162
Parafine, % vol.		73—86	
Naftene, % vol.		10—20	
Aromatice, % vol.		4—5	
Olefine, % vol.		0—0,2	
Condiții de lucru			
Alimentarea instalației, t/h	8,3	7,9	7,6
Temperatura medie de piroliză, °C	719	735	770
Abur de reacție față de materia primă, %gr.	39	45	66
Randamente, % în greutate			
Etilenă	16,2	24,7	28,4
Propilenă	14,8	15,0	10,9
Butilene și butadienă	10,6	8,3	5,6
Butani	16,6	22,4	24,8
Benzină<200°C	40,0	25,0	25,0
Ulei greu>200°C	1,0	3,7	4,0
	99,2%	99,1%	98,7%

Randamentele cele mai mari de olefine s-au obținut la un raport propilenă: etilenă de 0,6. Domeniul randamentelor optime al instalației este limitat de timpul de ședere în stratul de catalizator fluidizat (0,35—0,55 s), care la capacitatea maximă de prelucrare este determinat de proporția aburului de reacție.

Pe baza rezultatelor favorabile obținute în decurs de peste trei ani de funcționare, se construiesc încă patru asemenea instalații, una dintre ele avînd o capacitate de prelucrare de 2,5 ori mai mare decît cea descrisă.

CUM SE VA FOLOSI ȘI FABRICA HIDROGENUL. Oil and Gas Journal, **60**, nr. 12, 1962, p. 115.

Cantitățile de hidrogen consumate pentru diferite fabricații industriale cresc neîncetat. La fabricarea amoniacului se consumă cea mai mare cantitate de hidrogen. Consumatorii ceilalți, în ordinea importanței lor, sînt: rafinarea produselor petroliere prin hidrogenare catalitică (hidrofinarea), industria petrochimică, cracarea catalitică în prezență de hidrogen (hidrocracarea).

Reformarea catalitică a benzinelor constituie în prezent principalul producător de hidrogen din rafinării. Aceasta furniza însă în 1961 în S.U.A. numai aproximativ 8% din hidrogenul consumat pentru fabricarea amoniacului (în 1962 s-au produs 5 700 000 t NH_3).

Deși un consumator mai mic, procesul de hidrofinare se extinde foarte repede, în special la tratarea uleiurilor. În ultimii doi ani, capacitatea de hidrofinare din S.U.A. a crescut de la 2 070 la 10 000 m³ ulei pe zi. Procesul este aplicat atît pentru înlocuirea acidului sulfuric la rafinarea uleiurilor ieftine cît și ca metodă de finisare pentru asigurarea unei culori uniforme și a altor proprietăți dorite.

O aplicare care va lua probabil extindere este tratarea combustibilului pentru turbomotoare de aviație, de tipul petrolului lampant. Hidrofinarea se justifică în acest caz mai ales pentru ameliorarea stabilității termice a combustibilului, care va trebui să reziste la temperaturile ridicate la care va fi

expus în avioanele comerciale din următorii ciţiva ani, a căror viteză va depăşi 2 000 km/h.

Nu se cunoaşte bine cantitatea de hidrogen consumat pentru hidrofinarea benzinelor, distilatelor medii, lubrifianţilor şi altor produse. Proporţia necesară pentru desulfurarea şi ameliorarea cantităţii diferitelor fracţiuni variază mult. De exemplu cele mai multe benzine de distilare primară pentru 1 m^3 necesită mai puţin de 9 m^3 de hidrogen, iar distilatele de la cocsare pot necesita pentru 142 m^3 hidrogen pe m^3. Media consumului este de circa 35 m^3/m^3. Deoarece hidrofinarea se va aplica din ce în ce mai mult la distilatele medii, la benzinele de cracare şi la alte produse care vor cere mai mult hidrogen consumul acestuia se estimează la circa 44m^3/m^3 în 1965 (pentru S.U.A.).

Consumul de hidrogen pentru hidrofinare este în prezent de circa 16 660 000 m^3 pe zi, furnizat practic numai de reformarea catalitică. Acest consum va creşte probabil la 22 600 000 m^3/zi în 1965, din care 2 830 000 m^3/zi vor fi furnizate de instalaţii speciale pentru producerea hidrogenului.

Introducerea hidrocracării în 1959 în prelucrarea ţiţeiului a mărit mult interesul pentru fabricarea hidrogenului. Spre deosebire de hidrofinare, care comportă o hidrogenare uşoară, hidrocracarea necesită 178 pînă la 535 m^3 de hidrogen pentru 1 m^3 de materie primă. Creşterea capacităţii de hidrocracare va mări în 1965 consumul de hidrogen pentru acest proces la 11 320 000 m^3/zi.

Hidrocracarea se aplică în general pentru transformarea distilatelor medii în benzină. Dacă se include cantitatea cerută de desulfurarea materiei prime, consumul de hidrogen pentru o motorină de distilare primară este de 178—214m^3/m^3, pentru o motorină de vid 356 m^3/m^3, iar pentru o motorină de cocsare este de 445 m^3/m^3. Hidrocracarea este în curs de aplicare la reziduuri; în cazul special considerat, consumul de hidrogen (inclusiv desulfurarea) va fi probabil de numai circa 267 m^3/m^3.

În industria petrochimică, pe lîngă amoniac se mai consumă cantităţi importante de hidrogen la fabricarea alcoolului metilic şi a diferitelor produse chimice, în procedeul de hidrodezalchilare pentru obţinerea naftalinei şi a benzenului, precum şi la hidrogenarea benzenului în ciclohexan. Se estimează că în 1965 consumul de hidrogen pentru producerea naftalinei prin dezalchilare va fi de 1 132 000 m^3/zi, iar pentru benzen de aproape 1 000 000 m^3/zi. Hidrogenarea benzenului în ciclohexan va consuma 850 000m^3/zi.

Deoarece creşterea cerinţelor de hidrogen nu va putea fi satisfăcută de majorarea capacităţii de reformare catalitică, două rafinării au construit în 1962 instalaţii speciale pentru producerea hidrogenului necesar hidrocracării.

Pentru producerea hidrogenului, reformarea metanului în prezenţă de abur şi oxidarea parţială sînt procesele cele

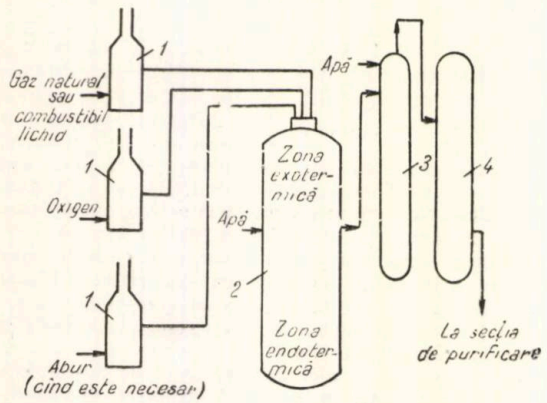


Fig. 1. Principiul procesului de oxidare parţială pentru producerea hidrogenului din hidrocarburi:

1—cuptoare preîncălzitoare; *2*—reactor; *3*—coloană de spălare; *4*—convertor.

mai convenabile. Procesul de oxidare parţială poate fi aplicat de la metan pînă la reziduuri. În prezent funcţionează 34 de instalaţii după acest proces şi alte 16 sînt în curs de construcţie sau de proiectare. Pentru obţinerea hidrogenului sau a altor gaze de sinteză, materia primă şi oxigenul, în proporţii precise şi preîncălzite, se introduc la capul unui reactor căptuşit cu material refractar (fig. 1). La partea superioară a reactorului, oxigenul reacţionează exotermic cu o parte din combustibil, formînd bioxid de carbon şi apă. La partea inferioară a reactorului, în zona endotermică, aceste gaze reac-

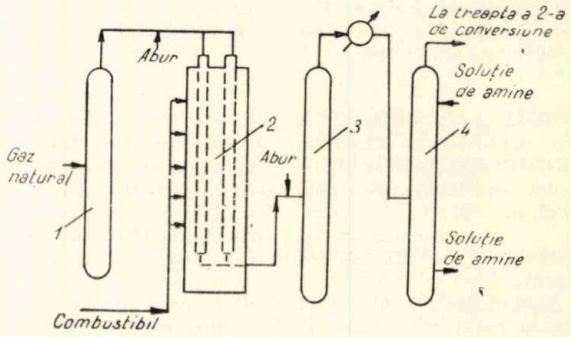


Fig. 2. Principiul procesului de reformare catalitică a metanului în prezenţă de abur pentru producerea hidrogenului: *1* — coloană de desulfurare; *2* — cuptor; *3* — convertor; *4* — absorbitor de CO_2.

ţionează cu restul de combustibil, producînd hidrogen şi oxid de carbon. În caz că se folosesc combustibili lichizi, în reactor se introduce, de asemenea, abur preîncălzit.

Temperaturile din reactor variază între 1 093 şi 1 482°C, iar presiunile de la mai puţin de 21 pînă la 42 at. Consumul de oxigen este cuprins între 25,0 şi 27,5 m^3 pentru 100 m^3 de gaze obţinute (hidrogen şi oxid de carbon). Eficacitatea combustibilului şi consumul de oxigen sînt practic invariabile pentru orice tip de combustibil.

Gazele din reactor sînt răcite prin contact direct cu apa, pentru producere de abur, care serveşte în operaţia de conversie din converter. În caz că gazele de sinteză sînt folosite ca atare, căldura lor se recuperează într-un cazan de abur special. Gazele răcite sînt apoi spălate cu apă, pentru eliminarea cărbunelui, care este în cantităţi mici atunci cînd se foloseşte gazul natural. În cazul păcurii, cărbunele este în proporţie de 2—4%.

Randamentul de hidrogen înainte de introducerea în converter este de circa 60% pentru metan şi de 45% pentru un combustibil greu. Dacă oxidarea parţială este completată cu operaţia de conversie, conţinutul de hidrogen al gazelor de sinteză creşte la 92—98%.

Procesul poate funcţiona uşor cu diferiţi combustibili; trecerea de la un tip la altul necesită mai puţin de o oră (reglarea arzătorului etc.). Cînd gazele de sinteză sînt folosite pentru fabricarea amoniacului, alcoolului metilic etc., se pot lua măsuri pentru menţinerea raporturilor H_2/N_2 sau H_2/CO la valoarea dorită. Astfel de măsuri se pot lua de asemenea în cazul procesului de reformare a metanului.

Procesul de reformare catalitică a metanului, în prezenţă de abur, este cel mai răspîndit. În afară de gaz natural, acest proces funcţionează de asemenea cu propan sau cu hidrocarburi uşoare din rafinării (fig. 2). Ultimele perfecţionări ale procesului prevăd presiuni mai mari de reformare şi tind către folosirea fracţiunilor de benzină ca materie primă. Se pare că reformarea este în prezent mijlocul preferat pentru obţinerea hidrogenului necesar proceselor de hidrocracare etc.

După purificare şi preîncălzire, materia primă împreună cu un exces de abur este trecută peste un catalizator de nichel, la o temperatură de 704°C şi chiar mai mare, presiunea fiind în general sub 11,5 at. Rezultă un amestec de aproximativ 80% hidrogen, 10% oxid de carbon şi 10% bioxid de carbon, precum şi hidrocarburi netransformate. După răcire la 371—427°C, prin injectare de condensat gazele sînt trimise într-un converter pentru ameliorarea purităţii. Aproximativ 85—95% din oxidul de carbon rămas este transformat în CO_2 la fiecare trimitere, conţinutul de hidrogen crescînd în mod corespunzător.

Instalaţiile noi care lucrează la presiuni mai mari, pînă la 20 at, prezintă multe avantaje: se recuperează mai multă

căldură sub formă de abur cu presiune mare, costurile de comprimare a hidrogenului se micşorează, se folosesc aparate mai mici.

Hidrogenul obţinut în aceste procese are puritatea de 95%.

OBŢINEREA AROMATICELOR PRIN DEZALCHILARE. The Oil and Gas Journal **60**, nr. 12, 1962, p. 127.

Procesul de dezalchilare denumit „Hydeal" permite obţinerea benzenului din toluen sau din xileni şi a naftalinei din naftalinele cu una sau mai multe catene laterale. Procesul are loc în prezenţă de hidrogen, la temperaturi şi presiuni ridicate, cu următoarele efecte :

1. Desprinderea catenelor laterale din aromaticele substituite prin reacţie cu hidrogenul, cu formarea ciclului aromatic corespunzător şi de hidrocarburi gazoase (metan, etan).

2. Dezalchilarea hidrocarburilor complexe ; în plus, ciclul cu cinci atomi de carbon este rupt, iar catenele laterale formate sînt desprinse, ceea ce conduce în final la benzen.

3. Dezalchilarea hidrocarburilor de tipul alchiltetralinei. O parte din tetralină este dehidrogenată la naftalină, iar restul este redus la benzen.

4. Dezalchilarea în oarecare măsură a aromaticelor triciclice, prezente de obicei în proporţii mici, care rămîn în reziduu.

5. Hidrocracarea hidrocarburilor nearomatice şi transformarea lor în hidrocarburi uşoare, ceea ce face posibilă eliminarea lor prin distilare fracţionată şi obţinerea de aromatice foarte pure.

6. Descompunerea parţială a compuşilor cu sulf şi cu azot, cu formare de hidrogen sulfurat, respectiv amoniac şi hidrocarbură corespunzătoare.

În concluzie, cu cît conţinutul de nearomatice al materiei prime este mai mic, cu atît consumul de hidrogen va fi mai scăzut. Dacă materia primă conţine sub 70% aromatice, se justifică amenajarea instalaţiei cu mijloace necesare pentru a pregăti un concentrat mai bogat (cu maximum 95% aromatice). În procesul de dezalchilare pentru producerea naftalinei se formează benzen ca subprodus. Schema din figură,

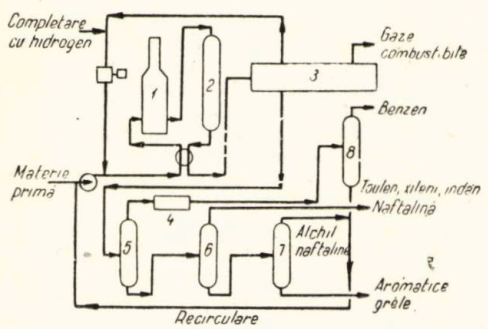


Fig. 1. Schema instalaţiei de dezalchilare pentru producerea benzenului sau a naftalinei :

1 — cuptor ; *2* — reactor ; *3* — separator gaz-lichid şi concentrator în hidrogen ; *4* — tratare cu pămînt ; *5*, *6*, *7* *8* — coloane de fracţionare.

care reprezintă instalaţia pentru obţinerea naftalinei, se aplică şi la fabricarea benzenului, bineînţeles cu eliminarea utilajelor de fracţionare a naftalinei, materia primă fiind în acest caz toluenul.

În procesul de dezalchilare nu s-a observat deschiderea ciclului aromatic ; pierderile rezultă din operaţiile de fracţionare. Prin recirculare se poate aştepta un randament de peste 98% faţă de cel teoretic.

Hidrodezalchilarea nu necesită un hidrogen de înaltă puritate.

Ca materie primă pentru fabricarea benzenului se poate întrebuinţa orice alchilbenzen. În mod obişnuit, extractul de toluen de la reformarea catalitică este cel mai indicat.

Pentru fabricarea naftalinei sînt luate în consideraţie fracţiunile aromatice cu intervalul de distilare între 204 şi 293°C. În scopul obţinerii unei asemenea fracţiuni la reformarea catalitică, pentru construirea unei instalaţii de naftalină de mărime moderată, trebuie luate următoarele măsuri :

1. Ridicarea punctului final de fierbere a materiei prime supuse la reformare.

2. Alimentarea instalaţiei de reformare cu o fracţiune de benzină de 177—232°C, în condiţii de lucru speciale pentru obţinerea unui bun randament de reformat aromatic de peste 210°C şi ca subprodus o benzină cu o cifră octanică acceptabilă.

3. Aplicarea operaţiei de mai sus la o fracţiune de recirculare, cu intervalul de distilare de 204—260°C, provenită de la cracarea catalitică a motorinei.

O altă materie primă interesantă este fracţiunea 210—260°C de la piroliza în prezenţa aburului pentru obţinerea olefinelor uşoare. În multe cazuri asemenea fracţiuni conţin peste 90% aromatice.

În articol se prezintă şi estimaţii pentru investiţiile necesare şi pentru costurile de fabricaţie, separat pentru producerea de benzen şi de naftalină, folosind ca materii prime toluenul, respectiv fracţiunea corespunzătoare din reformatul catalitic.

PROCEDEUL DE HIDROCRACARE VARGA AMELIOREAZĂ CALITATEA ŢIŢEIURILOR ASFALTOASE ŞI SULFUROASE. The Oil and Gas Journal vol. **60**, 12, 1962 p. 130.

Prin procedeul Varga de hidrocracare, ţiţeiurile asfaltoase şi sulfuroase sînt transformate în produse uşoare de calitate superioară. Procesul are loc la presiuni mijlocii în două trepte şi consumă foarte puţin hidrogen. Produsele principale sînt : motorină şi distilate uşoare fără sulf şi păcură uşoară sau component pentru uleiuri.

Materia primă o pot constitui ţiţeiurile asfaltoase şi sulfuroase sau păcurile respective, precum şi gudroanele de lignit şi uleiurile de şisturi.

Motorinele obţinute au un conţinut de maximum 0,15% sulf. Distilatul are un conţinut mic de sulf, şi viscozitatea la 50°C de 18 cSt (2,6 grade Engler). Reziduul este un combustibil avînd o viscozitate medie la 50°C de 34 cSt (4,6 grade Engler) sau combustibil greu cu un conţinut de substanţe solide de 15 pînă la 25%.

Procesul tehnologic. Conform schemei din figură, amestecul de materie primă şi de gaze bogate în hidrogen se încălzeşte prin schimb de căldură apoi este amestecat cu pasta de catalizator şi refulat prin cuptor pentru încălzire la temperatura de reacţie. Efluentul cuptorului trece în reactoarele de fază lichidă, unde are loc reacţia de hidrocracare.

Produsele reacţiei trec în primul separator, unde se scurge pe la fund păcura grea. În aceasta se acumulează practic toate impurităţile metalice.

Din al doilea separator se obţine o fracţiune de viscozitate medie (combustibil), iar distilatul împreună cu gazele intră într-un reactor de hidrofinare cu strat fix de catalizator. Aici se produce desulfurarea la o temperatură maximă de 450°C. Deoarece catalizatorul trebuie regenerat de cîteva ori pe an, este prevăzut un al doilea reactor de rezervă.

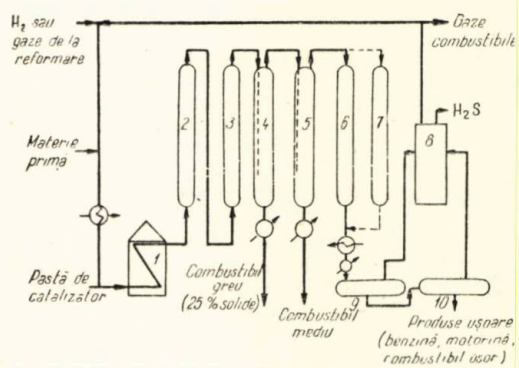


Fig. 1. Schema instalaţiei de hidrocracare după procedeul Varga :

1 — cuptor ; *2* şi *3* — reactoare în faza lichidă ; *4* şi *5* — separatoare ; *6* şi *7* — reactoare în fază vapori ; *8* — instalaţie de desulfurare cu amine ; *9* — separator de înaltă presiune : *10* — separator atmosferic.

Produsele de la reactorul de hidrofinare sînt răcite succesiv prin schimb de căldură, apoi cu apă şi trimise în separatoare de înaltă şi joasă presiune unde gazele de recirculare se separă de produsele lichide. Aceste gaze au un conţinut de hidrogen de 70 la 75% în volum.

Înainte de a fi înapoiate în sistem, gazele de recirculare sînt trecute printr-o instalaţie de desulfurare cu amine, pentru eliminarea hidrogenului sulfurat.

Condiţii de lucru şi rezultate. Procedeul Varga lucrează la presiuni de la 56 pînă la 84 at şi la temperaturi între 420 şi 450°C. Consumul de hidrogen este de aproximativ 0,7 pînă la 1,5% faţă de materia primă, în funcţie de compoziţia ei chimică. Uleiurile de şisturi necesită pînă la 2,5% hidrogen.

În tabela 1 se prezintă randamentele şi calitatea produselor provenite din trei materii prime diferite.

Tabela 1

Randamente şi calitatea materiilor prime şi a produselor

Specificaţii	Păcură cu conţinut mic de asfalt	Păcură cu conţinut mare de asfalt
Analiza materiei prime		
Densitate la 25°C	0,9005	0,9492
Cocs Conradson, %	5,4	10,7
Asfaltene, %	1,9	8,7
Sulf, %	1,7	3,7
Reziduu de distilare în vid, %	32,6	32,9
Bilanţ material, părţi în greutate		
Materie primă	100,0	100,0
Pastă de catalizator	4,5	8,0
Consum de H_2	0,7	1,4
	105,2	109,4
Randamente, părţi în greutate		
Benzină	9,8	11,0
Motorină	51,6	52,4
Combustibil uşor	16,1	13,2
Combustibil, distilat mediu	5,3	5,0
Combustibil greu	16,2	22,8
Gaze şi pierderi	6,2	5,0
	105,2	109,4
Calitatea produselor		
Benzină:		
densitate la 25°C	0,728	0,775
sulf, %	0,01	0,01
Motorină:		
densitate la 25°C	0,8335	0,840
sulf, %	0,1	0,1
cifra cetanică	52,7	45,0
punct de congelare, °C	−14	−27
Combustibil uşor:		
densitate la 25°C	0,885	0,905
sulf, %	0,2	0,8
Combustibil mediu:		
densitate la 25°C	0,925	circa 0,920
sulf, %	1,85	circa 2,5
Combustibil greu:		
densitate la 25°C	1,132	circa 1,20
solide, %	16–22	16–22

O NOUĂ METODĂ DE REGENERARE A CATALIZATORULUI DE REFORMARE. Oil and Gas Journal vol. **60**, nr. 42, 1962, p. 226.

Noua tehnică permite regenerarea catalizatorului şi reducerea timpului de oprire a instalaţiei. Această tehnică s-a aplicat la o instalaţie de reformare catalitică cu platină, care are o capacitate zilnică de prelucrare de 2 400 m³. Instalaţia a intrat în funcţiune în ianuarie 1961; de atunci şi pînă în octombrie 1962 catalizatorul a fost regenerat pe loc de două ori după noua metodă. Catalizatorul, de tipul RD-150 C, cu conţinut mic de platină, este repartizat în patru reactoare sferice montate în serie (fig. 1). Reactoarele sînt căptuşite cu un strat de material refractar cu grosimea de 114 mm, acoperit cu oţel inoxidabil.

Reactorul *1* este prevăzut cu coşuri speciale la partea superioară a stratului de catalizator, pentru a micşora posibilitatea de înfundare. Instalaţia este alimentată cu o benzină desulfurată şi deazotată, dehexanizată parţial, cu un interval de fierbere de 93–163°C. Instalaţia lucrează la presiune joasă, 15,4 at la separator, şi este exploatată pentru a produce benzină cu cifra octanică cercetare 100.

Pregătirea pentru regenerare. La oprirea instalaţiei se recirculă hidrogen pînă cînd temperatura în stratul de catalizator scade la 260°C. Se opreşte hidrogenul şi se evacuează sistemul pînă la o presiune absolută de 710 mm col. Hg, cînd se introduce azot pînă la presiunea atmosferică.

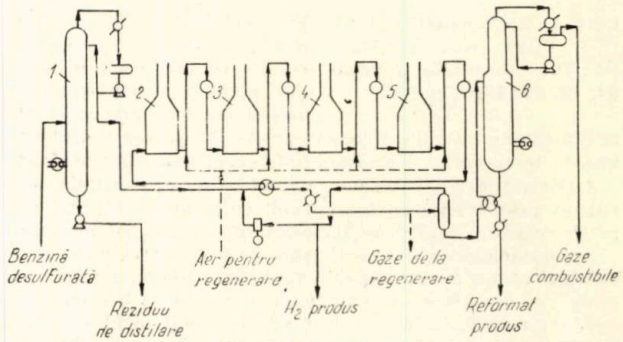


Fig. 1. Schema instalaţiei de reformare şi de regenerare a catalizatorului:

1 – coloană de prefracţionare; *2* – cuptor preîncălzitor; *3*, *4*, *5* – cuptoare; *6* – coloană de stabilizare.

Se separă apoi sistemul de restul instalaţiei prin blindare şi se procedează la o nouă evacuare, după care se ridică presiunea la 4,9 at cu azot. Se porneşte suflanta şi se circulă azot prin sistemul de reacţie cu un debit maxim de 1 132 000–1 415 000 m³/zi. După o oră se controlează conţinutul în hidrogen; dacă acesta este sub 1% sistemul este considerat bun pentru regenerare. Timpul necesar pentru efectuarea acestor operaţii este de 12–15 ore.

Regenerarea. Avînd debitul maxim de azot, se pune foc la cuptoare şi se stabileşte la ieşire o temperatură de 371°C. Presiunea din sistem se reduce apoi la 4,5 at sau ceva mai jos decît presiunea din conducta de aer comprimat, care deserveşte instalaţia. Cînd temperatura în stratul de catalizator a ajuns la 371°C, se porneşte aerul în proporţia necesară la reactorul *2*, pentru a realiza o concentraţie în oxigen de 0,5% şi a declanşa primul val de ardere.

La începerea arderii, indicată prin creşterea temperaturii în stratul de catalizator, adaosul de aer este mărit pînă la maximum 3,5% aer (0,7% oxigen în volum). Cu o circulaţie de azot de 1 132 000 m³/zi, aceasta necesită o creştere a debitului de aer cu 40 800 m³/zi.

Adaosul de aer se continuă cu această viteză pînă cînd conţinutul de oxigen al gazelor de la regenerare din reactorul *1* se apropie de 0,7%, aceasta fiind indicată de un analizor continuu de oxigen. Pentru a evita producerea punctelor fierbinţi în apropierea temperaturii maxime a stratului aerul se reduce sau se suprimă. Creşterea temperaturii în reactor este de aproximativ 11–14°C pentru 0,1% oxigen în gazele de combustie. Creşterea maximă a temperaturii în fiecare reactor este de 83°C.

Instalaţia de reformare este prevăzută cu puncte pentru injecţia de aer la intrarea în fiecare reactor. Pentru pornirea regenerării aerul poate fi introdus în oricare din reactoare. Catalizatorul a fost regenerat prin iniţierea arderii în reactorul *2*, ţinîndu-se în rezervă reactorul *1* care este mai mic, în eventualitatea trecerii oxigenului înainte de terminarea arderii în reactorul *3* care este mai mare.

După ce oxigenul a trecut în ultimul reactor, temperaturile la ieşirea din cuptor se ridică la 426°C, iar aerul se injectează ca mai înainte. În cele mai multe cazuri, la 426°C arderea nu mai este intensă sau chiar încetează. După terminarea arderii la 426°C, concentraţia oxigenului din sistem se ridică la 2–3% pe o durată de circa o oră, pentru a asigura o ardere completă.

Focurile de la cuptoare se opresc, şi reactoarele se răcesc la 260°C, prin circulare de azot. Dacă nu sînt necesare lucrări de întreţinere sau de reparaţie, circularea azotului este sistată, presiunea din reactoare degajată, iar sistemul este umplut cu hidrogen, în vederea pornirii instalaţiei.

În cazul cînd reactoarele trebuie deschise pentru lucrări de întreţinere, se continuă circularea azotului pînă la răcirea sistemului la 38°C, apoi presiunea este degajată. Sistemul este evacuat pentru îndepărtarea azotului, iar vidul este suprimat prin introducerea aerului uscat.

Analiza regenerării. În figura 2 se arată temperatura din fiecare reactor în funcţie de timp, după ce s-a pornit introducerea aerului în reactorul *2*, în cursul ultimei regenerări

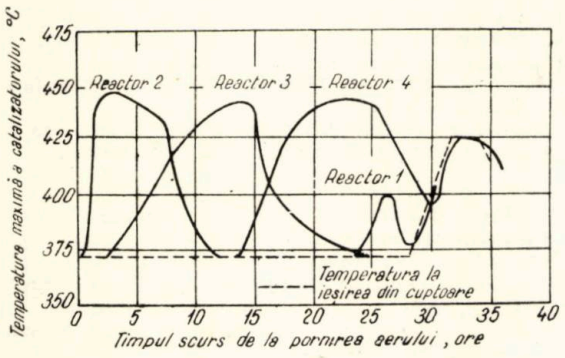


Fig. 2. Temperatura maximă a stratului de catalizator din reactoare în funcţie de timp, după ce s-a pornit introducerea aerului.

a catalizatorului din instalaţie. Creşterea medie a temperaturii a fost de 75°C. În reactorul *2* s-a produs o creştere temporară a temperaturii la 468°C, dar aceasta a fost repede controlată prin reducerea aerului de combustie de la reactor.

Trecerea oxigenului a început să se facă astfel:

Reactorul nr.	Ore după introducerea aerului în reactorul *2*
2	2
3	13,5
4	24
1	26,5

Cantitatea de cocs arsă de pe catalizator s-a calculat din consumul de oxigen. Pentru a se transforma prin ardere în CO_2, 1 kg de cocs necesită circa 9,85 m³ de aer. Deci, totalul de aer (în m³) pentru un reactor împărţit la 9,85 m³ este egal cu cantitatea de cocs arsă (în kg). Pentru a determina gradul de depunere a cocsului în reactoare, trebuie să se estimeze timpul în care s-a consumat oxigenul în fiecare reactor. Pentru aceasta se consideră perioada de trecere a oxigenului din reactorul precedent în reactorul în cauză. Se înţelege că estimaţia este numai aproximativă, dar ea oferă o comparaţie satisfăcătoare între diferitele cicluri de funcţionare a instalaţiei.

Pentru o depunere medie pe catalizator de 4,2% cocs s-au ars 2 460 kg cocs, ceea ce este indicat în figura 2.

Cocsul de pe catalizatorul din reactoare a fost:

Reactorul nr	Cocs depus, % în greutate
1	3,2
2	4,6
3	4,3
4	3,8

Tehnica de regenerare descrisă este relativ simplă, şi prin experienţa ce se cîştigă timpul de oprire a instalaţiei după fiecare regenerare devine din ce în ce mai mic.

TIJA GREA PĂTRATĂ CONTROLEAZĂ DEVIAŢIA GĂURII ÎN SONDE FORATE CU GAZE ÎN BAZINUL SAN JUAN. The Oil and Gas Journal, 15 oct. 1962, p. 141.

Tija grea pătrată cu joc foarte mic în gaură (1/16″) s-a aplicat în forajul cu circulaţie de noroi cu următoarele scopuri:

1. Să se menţină devierea la maximum şi să se evite pragurile din gaură.

2. Să se accelereze forajul pentru că se poate pune o greutate mai mare pe sapă.

În bazinul San Juan se sapă cu circulaţie de gaze. Se introduce o coloană de 7″ în capul formaţiunii Lewis şi apoi se sapă o gaură de 6 1/4″. Cu toate că se utilizau prăjini grele de 5 1/2″ şi greutatea pe sapă era redusă, pînă la o tonă pe sapă, găurile aveau devieri de 12—17°. La ultimele patru sonde s-a utilizat o prăjină grea pătrată avînd dimensiunea pe diagonală de 6 3/16″, iar deasupra prăjini grele rotunde de diametru 5 1/2″. Cu toate că s-a pus o apăsare de 9 t pe sapă devierea a fost mai mică de 2 3/4″.

AMORTIZORUL DE FUND REDUCE COSTUL DE FORAJ. The Oil and Gas Journal, 5 nov. 1962, p. 88.

Prin studierea vibraţiilor unei sape cu role în timpul forajului, s-au pus în evidenţă următoarele puncte:

1. Oscilaţiile verticale ale garniturii de foraj cu amplitudini pînă la 50 mm sînt obişnuite. Frecvenţa oscilaţiilor este de trei oscilaţii pe o rotaţie la sapa cu trei role.

2. Formaţiunile fracturate sau constituite din intercalaţii de roci foarte tari cu roci foarte moi cauzează cele mai puternice oscilaţii.

3. Formaţiunile moi, omogene, nu provoacă oscilaţii.

4. În formaţiuni de alt tip, tendinţa de oscilaţie este proporţională cu variaţia de forabilitate.

Pentru a amortiza vibraţiile verticale s-a construit un amortizor ce se plasează deasupra sapei şi care este construit astfel:

1. Un manşon de cauciuc este vulcanizat de o carcasă exterioară şi de o mandrină interioară. Carcasa exterioară este legată de tijele grele, iar mandrina interioară de sapă. Toate eforturile axiale şi torsionale de la sapă la tijele grele sînt transmise de cauciuc prin efort de forfecare. Acesta formează un arc axial şi torsional.

2. La fiecare capăt al manşonului de cauciuc se află ghidaje axiale. Acestea limitează mişcarea relativă dintre mandrină şi carcasa exterioară la o mişcare pură de telescopare, fără efect de îndoire sau articulaţie.

3. Deasupra manşonului de cauciuc se află o etanşare pentru a da siguranţa că circulaţia fluidului de foraj se face prin gaura uneltei şi sapă.

4. Un blocaj de siguranţă similar cu un elevator ce se prinde pe o bucată de prăjină este încorporat în aparat ca în caz de rupere a cauciucului să se extragă afară din gaură toate piesele componente. Se pretinde că cu acest aparat s-au obţinut creşteri de viteze mecanice şi metraj pe sapă de la 10 pînă la 50%, ocazional s-au obţinut creşteri şi de 300%, dar în unele cazuri şi zero.

COJILE DE NUCI DAU REZULTATE BUNE IN FISURĂRILE DIN MERAMEC. The Oil and Gas Journal, 22 oct. 1962, p. 128.

Pentru menţinerea deschisă a fisurilor verticale provocate prin fisurarea straturilor în formaţiunea Meramec din Oklahoma nisipul nu dădea totdeauna rezultate bune. Prin utilizarea de coji de nuci sfărîmate, cu dimensiunea de 1,5—2 mm, s-au obţinut rezultate bune. Se afirmă că acestea ar prezenta următoarele avantaje:

1. Plasarea mai uşoară într-o fisură verticală din cauza greutăţii specifice mai mici.

2. Costul egal şi în unele cazuri mai redus.

3. Concentraţia mai mică, reducînd şansele de blocaj.

4. Capacitatea fisurii de 12 ori mai mare ca în cazul nisipului, ceea ce ar trebui să ducă la o conductibilitate mai mare pentru ţiţei şi gaze.

5. Sînt indicaţii că declinul în timp este mai mic.

INSTALAȚIE DE FORAJ SEMISUBMERSIBILĂ PENTRU FORAJUL PE SOCLUL CONTINENTAL EXTERIOR. World Oil, oct. 1962, p. 99—100.

Se arată construcția unei platforme semisubmersibile, care se ancorează în apă adîncă pînă la 450 m și poate săpa sonde pînă la 4 000 m adîncime. În apele mai puțin adînci se așază direct pe fund.

În ape adînci, platforma plutește și este menținută în această poziție de opt ancore, fiecare cîntărind 9 t. Pe platformă sînt montate o turlă piramidală și o instalație de foraj Diesel-electrică cu o putere instalată de 2 625 CP.

Instalația este calculată pentru a rezista la un vînt de tăria unui uragan.

În articolul: „Cum se sapă pe marea liberă" se arată cum se face forajul în apă adîncă fără ca personalul să fie nevoit să coboare sub apă.

La începutul forajului se coboară un burlan de 20", pe care este fixată o platformă. Pe această platformă sînt montate cinci coloane, trei de diametru mai mare și două de diametru mai mic. Fiecare coloană are o deschizătură dreptunghiulară în partea care este îndreptată spre gura puțului. Prin interiorul fiecărei coloane trece un cablu care merge pînă la platformă. Prevenitoarele și, în final, capul de erupție sînt montate ca blocuri complete. Blocul este prevăzut cu trei brațe radiale sus și trei brațe radiale jos. La extremitatea fiecărui braț se află cîte un dop conic, prin care trece un cablu de ghidaj. Blocul este coborît în mare pe cablurile de ghidaj, iar la gura puțului intră pe cele trei coloane și este centrat. Fixarea se face hidraulic.

CUM AFECTEAZĂ FACTORII ECONOMICI PRACTICELE DE FORAJ CU JET. World Oil, oct. 1962, p. 111—115.

Se face teoria forajului cu jet și se arată următoarele:

— Se obține puterea hidraulică maximă la sapă atunci cînd căderea de presiune prin duze este aproximativ două treimi din presiunea totală de la suprafață. În acest caz se obține maximum de efect.

— Se obține forța maximă de lovire a jetului cînd căderea de presiune prin duze este aproximativ jumătate din presiunea totală de la suprafață.

— Se obține viteza maximă în jet cînd debitul de circulație este menținut la valoarea strict necesară eliminării detritusului.

CÎTEVA PROBLEME ALE ZĂCĂMINTELOR DE GAZE CU PRESIUNE SUPRAÎNALTĂ ÎN REGIUNEA GOLFULUI MEXIC. Journal of Petroleum Technology, sept. 1962, p. 935.

Se arată că presiunile anormale se datoresc în general compactizării straturilor și se ajunge la următoarele concluzii:

1. În unele zăcăminte se poate stabili o corelație între anormalitatea presiunii și adîncime.

2. Utilizarea unei garnituri de tubing de diametru mic în interiorul tubingului de exploatare s-a dovedit foarte utilă. Prin acest tubing se poate omorî ușor o sondă, chiar cînd tubingul de exploatare este fixat cu pacher.

3. În multe zăcăminte de mare presiune există o importantă expansiune de apă.

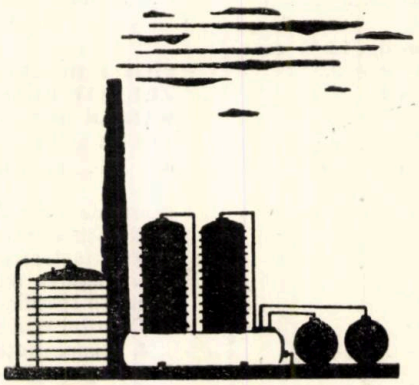
4. Zăcăminte parțial depletate au fost deteriorate prin inundare din zone cu apă sărată la presiune înaltă.

O METODĂ ECONOMICĂ DE ÎNCERCARE RAPIDĂ A UNUI ZĂCĂMÎNT. Journal of Petroleum Technology, sept. 1962, p. 957.

Aparatul permite încercarea straturilor în gaură liberă în cursul forajului. Pe garnitura de foraj se montează la circa 1,20 m deasupra sapei un pacher ce poate fi umflat. Cînd se ajunge la zona care se dorește a fi încercată se dă drumul prin prăjini la ansamblul probatorului compus dintr-o serie de rezervoare tubulare și un sistem de supape. După ce ansamblul s-a fixat în sapă, se umflă pacherul prin ridicarea presiunii în prăjini cu 20—30 kgf/cm². Ventilul probatorului se deschide prin ridicarea presiunii la 55—70 kgf/cm². Aproximativ 80% din probele făcute au dat rezultate pozitive.

REZISTENȚA LA SPARGERE LA PRESIUNE INTERIOARĂ A UNEI ȚEVI CIMENTATE ÎN PĂMÎNT. Journal of Petroleum Technology, sept. 1962, p. 1 033.

Se prezintă un studiu matematic al valorii suportului pe care ar putea să o dea o teacă de ciment unei coloane cimentate în pămînt. Se admite că țeava este complet înconjurată de ciment și că turta de filtrare are aceleași proprietăți fizice ca și formațiunea. În aceste condiții, cînd cimentul este încărcat în compresiune, țeava ar putea primi un suport considerabil; la calitățile de oțel inferioare și dimensiuni mari de burlane, rezistența ar putea fi dublată.



Colectivul Institutului de cercetări pentru forajul și extracția țițeiului din Cîmpina a întocmit în ultimul timp o serie de lucrări privind extinderea forajului cu electroburul, a proiectat și realizat noi tipuri de sape de foraj, cu conuri de mare randament la tipurile 10, Tb, 7 Tb și 7 Cb.

În domeniul forajului de adîncime s-au efectuat cercetări de laborator pentru stabilirea de noi rețete și aditivi pentru fluidele și cimenturile folosite la sonda de mare adîncime din Regiunea Ploiești.

Se studiază mecanizarea operației de introducere și fixare a garniturii de foraj astfel ca această operație să se facă aproape continuu. Aceasta își va găsi o largă aplicare îndeosebi la forajul de mare adîncime.

Pentru creșterea factorului final de recuperare a țițeiului din zăcămînt s-a pus la punct arzătorul pentru introducerea în șantiere a combustiei subterane, metodă ce se va aplica în acest an la un zăcămînt de mică adîncime și cu un țiței de viscozitate mare. În același scop s-au făcut experimentări privind mărirea viscozității apei de injecție la procesele de recuperare secundară.

De asemenea, s-au îmbunătățit metodele de combatere a viiturilor de nisip și s-a extins noul procedeu de combatere a parafinei cu ajutorul încălzitoarelor electrice cu cablu.

Colectivul Institutului de proiectări schele din Ploiești realizează proiecte la nivelul cerințelor actuale ale industriei noastre de petrol. De remarcat că în cursul anului trecut peste 90% din proiectele de instalații elaborate au prins viață, instalațiile respective fiind azi în funcțiune sau în curs de execuție. Ca urmare a aplicării unor metode noi de lucru, în anul 1962, s-au realizat economii în valoare de circa 3 milioane lei.

Printre preocupările anului 1963 se numără: terminarea proiectării și construirea instalațiilor de automatizare a unor stații de dezbenzinare, a stațiilor moderne de tratare a țițeiului sub presiune pentru îndepărtarea pierderilor de substanțe volatile; modernizarea unor stații de degazolinare din schelele vechi, colectarea, epurarea și evacuarea apelor sărate, reziduale etc.

Atenția petroliștilor noștri se îndreaptă în mod deosebit spre introducerea metodelor noi în tehnica forării sondelor și a extracției țițeiului. Astfel, extinderea forajului cu turbina la circa 50% din totalul metrajului a contribuit la sporirea vitezelor de lucru în anul 1962 cu circa 5%. De asemenea s-a continuat experimentarea noii metode de foraj cu electroburul.

În sectorul de extracție a țițeiului, atenția petroliștilor s-a îndreptat îndeosebi spre intensificarea exploatării zăcămintelor vechi. În scopul măririi factorului final de recuperare a țițeiului, s-a aplicat în continuare metoda de recuperare secundară prin injecția de apă sau gaze în șantierele vechi. Pentru extinderea acestei metode și la alte zăcăminte vechi s-a început experimentarea proceselor de injectare de apă prin cîte un panou de sonde — patru sonde de injecție și o sondă centrală de producție — în schelele Moreni și Gura Ocniței. Această metodă va fi extinsă și în alte schele.

Pentru prima dată a fost aplicată metoda de menținere a presiunii de zăcămînt prin injecția de apă în zona productivă. Ca urmare s-a reușit să se mențină presiunea de zăcămînt și, respectiv, debitele zilnice de producție ale sondelor de extracție.

O dată cu introducerea noilor procedee s-a continuat cu succes aplicarea procedeelor noi obișnuite, ca: recuperare secundară, fisurare hidraulică, tratamente cu substanțe tensioactive, acidizări, combatere a viiturilor de nisip, datorită cărora s-a obținut un însemnat plus de țiței.

Petroliștii din Oltenia au pășit în noul an de muncă hotărîți să extindă experiența cîștigată în anul trecut în ceea ce privește îmbunătățirea calității țițeiului pe care îl livrează rafinăriilor.

La schela de producție Țicleni, întreaga cantitate de țiței se tratează, în prezent, pe cale electrică. Tratat pe această cale, țițeiul expediat rafinăriilor conține cu 30% mai puține impurități.

Tratamentele cu solvenți constau în curățarea dopurilor de parafină din jurul găurii de sondă, precum și a perforaturilor prin injectarea în sondă a unui fluid cu proprietăți dizolvante, la temperatura de 70—80°C. Aceste tratamente au fost efectuate cu rezultate bune la schela Zemeș. Inițial, drept solvent s-a folosit motorina fierbinte, iar în ultimul timp se folosește țițeiul B, care este mai ieftin. În urma acestor tratamente la o serie de sonde s-a mărit debitul de două-trei ori.

În anul 1962 în unitățile Ministerului Industriei Petrolului și Chimiei au fost aplicate aproape 5 300 de inovații, cu 10% mai multe decît în anul precedent. Numărul inovatorilor s-a ridicat la aproape 9 500, iar economiile postcalculate au însumat circa 106 500 000 lei.

La schela Moreni, de exemplu, a fost aplicată invenția „Procedeu mecanic și dispozitiv pentru curățarea dopurilor de nisip la sondele în pompaj la extracția țițeiului", care aduce economii anuale de 100 000 lei și care se află în curs de generalizare la toate schelele de extracție. Economii anuale de 656 000 lei aduce inovația „Metodă economică de alimentare cu apă a sondelor în foraj", aplicată la Trustul de explorări geologice. La Trustul de foraj-Moinești s-au aplicat două importante inovații: „Macrohidrocicloane pentru denisiparea noroiului de foraj" și „Modificarea sistemului de frînare la unitățile de pompaj".

„Packer declanșabil cu posibilitatea de a fi extras" se intitulează inovația aplicată în schelele Trustului de extracție-Ploiești și care generează economii anuale de circa 350 000 lei.

La institutul „Petrochim"-Ploiești s-a realizat printre altele inovația: „Cromatograf automat bazat pe detecția cu celulă de termoconductibilitate".

Printre inovațiile aplicate în rafinăriile de petrol, în ultimul timp, se numără: „Coloană rotativă pentru distribuirea fracționată", „Procedeu pentru reducerea pierderilor de evaporare a produselor petroliere", „Majorarea randamentului de ulei de la instalația de dezasfaltare cu propan".

Pe baza documentației sovietice, în cadrul Trustului de foraj-Moinești s-a experimentat de curînd metoda de forare a sondelor cu aer. Principiul acestei metode constă în înlocuirea agentului de circulație la forajul hidraulic — noroiul de foraj — cu aerul.

În acest scop, la sondele 714, 716 și 718 s-a folosit, pe lîngă echipamentul de suprafață obișnuit pentru noroi, o sursă de aer comprimat formată din trei motocompresoare de fabricație sovietică.

Primele experimentări s-au efectuat cu rezultate bune, viteza mecanică crescînd cu circa 15% față de alte sonde săpate pe aceeași structură; de asemenea cheltuielile de chimicale au fost reduse simțitor.

Totodată, forîndu-se într-o zonă cu pierderi de circulație a noroiului de foraj, introducerea acestei metode face posibilă eliminarea acestui inconvenient.

Țițeiul extras din Moldova este foarte parafinos, avînd un punct de congelare de +24°C.

La prima pompare țițeiul a congelat pe conductă și, în consecință, pomparea

a fost oprită. Evacuarea țițeiului trebuia să fie făcută cu cisterne auto. Acest transport, pe lîngă faptul că era foarte costisitor, imobiliza o mare parte din cisternele auto care trebuiau să asigure transportul în interiorul schelelor, de lichide necesare pentru operații speciale de extracție, ca : fisurări hidraulice, tratamente cu solvenți selectivi, transporturi de dezemulsionanți etc.

Pentru a evita congelarea țițeiului, în conformitate cu datele de proiectare, pe conductă trebuia să se asigure un anumit debit minimal de pompare. Deoarece producția pe care o debitau sondele în momentul dării în exploatare a conductei reprezenta abia 10—15 % din acest debit nominal, trebuia găsită totuși o rezolvare a problemei în condițiile date.

În acest scop au fost propuse următoarele trei soluții :

1) Pomparea inversă pe conductă a unui țiței cu un punct de congelare mai scăzut din șantierul învecinat aflat la capătul conductei în cauză.

2) Montarea unei stații de repompare la aproximativ jumătatea conductei.

3) Pomparea succesivă de loturi de țiței și apă pe conductă.

Prima soluție nu era realizabilă din lipsă de rezervoare pentru amestecarea celor două țițeiuri la stația de cap. Montarea unor noi rezervoare în acest scop ar fi mărit investiția, ar fi întîrziat utilizarea conductei, iar rezervoarele nou montate nu puteau avea decît o utilizare temporară, pînă la atingerea debitului de țiței prevăzut în proiect, din producția noului șantier.

A doua soluție ar fi mărit de asemenea investiția și ar fi întîrziat utilizarea conductei chiar dacă pentru viitor apărea probabilă construirea unui nou parc de colectare a țițeiului în zona în care s-a propus montarea stației de repompare.

A treia soluție a prezentat cele mai multe avantaje, fiind acceptată și aplicată imediat în practică.

În ce a constat aceasta?

Pentru a se asigura pomparea țițeiului foarte parafinos pe noua conductă, la debitul minimal prevăzut în proiect, în condițiile unei producții inițiale reduse a șantierului, s-a propus să se asigure debitul minimal de lichid pe conductă, substituind lipsa țițeiului cu apă. Aceasta se putea ușor procura chiar din rîul Slănic, care curge în imediata apropiere.

În acest scop s-au majorat și s-au edistribuit în mod corespunzător mijloacele de încălzire pe conductă (cazane de abur și schimbătoare de căldură). Aceasta pentru motivul că apa ce urma să fie vehiculată pe conductă pentru împingerea țițeiului trebuia să fie încălzită și menținută la o anumită temperatură, iar căldura specifică a apei este de două ori mai mare decît aceea a țițeiului (1 cal/g față de 0,5 cal/g).

S-a montat o pompă centrifugală electrică pe malul rîului Slănic, cu ajutorul căreia apa din rîu urma să fie pompată în decantorul stației de pompe țiței. O dată luate aceste măsuri, procesul tehnologic de pompare s-a stabilit astfel :

Apa din rîu preîncălzită în decantorul stației a fost trasă din acesta cu pompele de țiței și apoi pompată prin schimbătoare de căldură în conductă. Pomparea de apă a continuat pînă ce conducta a fost încălzită, astfel încît la capătul din aval apa a ieșit la o temperatură cu cîteva grade peste punctul de congelare a țițeiului ce urma să fie introdus în conductă după aceasta.

După încălzirea conductei în acest fel, s-a început pomparea țițeiului încălzit în rezervor și prin aceleași schimbătoare de căldură prin care trecuse și apa.

După terminarea țițeiului din rezervor s-a introdus din nou apă în conductă în aceleași condiții ca cele arătate mai sus împingîndu-se lotul de țiței pînă la evacuarea lui completă din conductă în rezervoarele stației de primire.

În acest moment pomparea de apă a fost oprită, și conducta a rămas plină cu o zestre de apă caldă.

Înainte de a se relua pomparea cu al doilea lot de țiței se face un control al temperaturii apei, la ieșirea din conductă. Dacă timpul scurs de la ultima pompare de țiței este mai lung, conducta se poate răci sub limita minimă necesară pentru a preîntîmpina congelarea țițeiului. În aceste cazuri se reia pomparea de apă caldă, întreruptă după ultima pompare de țiței, atîta timp pînă ce apa evacuată la capătul din aval al conductei îndeplinește condiția minimală de temperatură impusă. Dacă între două pompări succesive de țiței, zestrea de apă caldă a conductei nu și-a coborît temperatura sub limita admisibilă, nu mai este nevoie de operația suplimentară indicată mai sus, și pomparea de țiței poate reîncepe imediat.

Este interesant de remarcat din scurta practică a acestui gen de pompare că în cazul cînd, datorită unui accident tehnic, pomparea se oprește numai 2—4 ore înainte de a se fi evacuat integral lotul de țiței din conductă, reluarea pompării se face cu mari greutăți la o presiune de 70—100 at, în timp ce pomparea, în regimul stabilit, se face numai cu aproximație de 25 at. Aceasta dovedește că staționarea conductei cu zestre dintr-un astfel de țiței foarte parafinos, chiar un timp cît de scurt, trebuie evitată, cu cea mai mare grijă.

Pentru aceste motive, organizarea și executarea pompărilor pe conducta respectivă se fac după un program riguros întocmit și respectat, sub supravegherea permanentă a unui tehnician responsabil de conductă.

Trebuie să subliniem că este primul caz în domeniul pompărilor de țiței din țara noastră cînd se folosește această metodă de pompare succesivă de țiței parafinos cu apă caldă pe aceeași conductă.

S-a verificat cu această ocazie că, dacă pomparea loturilor succesive (în cazul de față apă-țiței) se face fără întrerupere și cu un debit cît mai mare, zona de contaminare între cele două lichide se reduce în mod substanțial.

Aplicarea metodei de pompare descrisă mai sus a dus la realizarea unei economii de aproximativ o jumătate de milion lei pe lună, prin înlăturarea transportului cu autocisternele, pe lîngă faptul că acestea au putut fi repuse în circuitul producției directe de țiței prin reluarea transporturilor de lichide specificate mai înainte, destinate operațiilor speciale la sonde.

Transportorul rulant pentru lichide este o stație de petrol, portabilă, alcătuită din două rezervoare mari montate pe un ax și un ansamblu de bare pentru remorcare. Cinci sau chiar mai multe rezervoare de acest fel pot fi tractate de orice autovehicul ceea ce permite transportul combustibilului în orice loc și în orice condiții.

Sonda 1 Münsterland din cîmpia de nord din Germania de vest a atins adîncimea de 5 564 m, stabilind un record european. Forajul se continuă în formațiunea devoniană.

Se va construi o conductă de țiței între Trieste și Viena, care va fi terminată pînă în anul 1965 și care va transporta anual două milioane tone. Mai tîrziu, prin montarea de stații de montaj intermediare, ar fi posibil să se ridice capacitatea la patru și chiar opt milioane de tone anual.

Cronică

Mărirea continuă a producției de țiței din țara noastră este strîns legată de descoperirea și folosirea tuturor rezervelor interne ale șantierelor, de o bună organizare a muncii, de o ridicare a nivelului tehnic al producției, de folosirea optimă a utilajului și instalațiilor și de ridicarea nivelului tehnic al personalului tehnico-inginerese.

În raportul C.C. al P.M.R. prezentat la cel de-al III-lea Congres, tov. Gheorghe Gheorghiu-Dej arată că „*Pentru consolidarea și dezvoltarea mai departe a industriei petrolului, sarcina principală în perioada 1960—1965 este creșterea rezervelor de țiței*". Prin aplicarea unor metode avansate va trebui să fie intensificată extracția în schelele existente, asigurîndu-se astfel creșterea procentului de recuperare a țițeiului din zăcămînt.

Ca urmare, este necesar ca la alegerea soluțiilor tehnico-economice să se țină seamă nu numai de realizările actuale, ci și de tendințele cele mai noi de dezvoltare a științei și tehnicii.

Muncitorii, tehnicienii și inginerii petroliști din schelele și trusturile petroliere au ca primă preocupare folosirea și aplicarea pe scară cît mai largă a tehnicii noi, găsirea tuturor posibilităților de micșorare a declinului de producție și aplicarea tuturor măsurilor pentru mărirea factorului final de recuperare.

Ținînd seamă de toate acestea, conducerea Ministerului Industriei Petrolului și Chimiei împreună cu Consiliul Național al Inginerilor și Tehnicienilor au organizat în cursul lunii noiembrie 1962 o consfătuire cu tema „*Posibilități de micșorare a declinului și de mărire a factorului final de recuperare din zăcămintele vechi*".

În cadrul acestei consfătuiri s-a prezentat un număr de cinci referate cu tema arătată, referate care au tratat problema atît din punct de vedere teoretic cît și practic.

În expunerile făcute de către Tilivea N. și Mihăilescu A., reprezentanți ai diverselor șantiere, s-au prezentat aspecte în legătură cu modul de exploatare a zăcămintelor din trusturile amintite.

Cu această ocazie s-au purtat o serie de discuții foarte interesante pe marginea materialului prezentat, discuții deosebit de valoroase, întrucît ficcare participant în cuvîntul său a arătat modul de lucru specific fiecărui șantier în parte, felul în care fiecare schelă aplică cele mai noi metode de intensificare a afluxului de țiței din sondă, de combatere a viiturilor de nisip și a parafinei, de aplicare a proceselor de injecție în panouri experimentale.

Au fost, de asemenea, prezentate referate de către Aldea Gh., Chiran P. și Codreanu D. care au arătat și au demonstrat, de asemenea, importanța și utilitatea și metodelor noi aplicate pentru mărirea factorului final de recuperare din șantiere.

Referatele au prezentat, în primul rînd, aspectul teoretic privind metodele de micșorare a declinului aparent și de mărire a factorului de recuperare, concretizînd cele prezentate prin numeroase exemple.

Din referatele prezentate și din discuțiile purtate s-a conturat linia pe care trebuie să se meargă în viitor pentru micșorarea declinului aparent, întocmindu-se în acest sens un plan de măsuri amănunțit pentru aducerea la îndeplinire a concluziilor rezultate din lucrările consfătuirii.

În cursul discuțiilor, participanții și-au exprimat satisfacția pentru posibilitatea ce li s-a oferit de a-și îmbogăți cunoștințele prin schimbul de experiență între șantierele vechi și noi, pentru mărirea producției de țiței.

Recenzii

A. I. Bulatov :

Cimenturi pentru cimentarea sondelor adînci (Țementî dlea țementirovaniia glubokih skvajin). Gostoptehizdat, 1962, 202 pag.

În această lucrare autorul încearcă să dea o fundamentare multilaterală a cerințelor ce se impun față de proprietățile mecanice ale pietrei de ciment în diferite condiții de izolare a apelor în sonde.

Într-un volum relativ redus, autorul a reușit să expună într-o formă extrem de concentrată un material amplu, legat atît de cercetările de laborator cît și de practica de schelă.

Trecînd în revistă condițiile specifice în care se utilizează cimenturile de sondă în forajul de mare adîncime, autorul trece la examinarea condițiilor tehnice impuse de cimenturile de sondă, a metodelor și a aparatajului utilizate la determinarea proprietăților acestora în condițiile de temperatură și presiune ridicate.

Cu acest prilej se descriu cîteva aparate noi, ca, de pildă, instalația automatizată cu teleînregistrarea proceselor de priză a laptelui de ciment, consistometrele folosite în S.U.A., aparatul pentru determinarea mobilității laptelui de ciment la presiuni și temperaturi înalte.

O deosebită atenție se acordă cerințelor ce se impun pietrei de ciment în cazul fisurării hidraulice a straturilor, fiind indicate metodele și aparatajul folosite la încercarea probelor de ciment, în condițiile acționării temperaturii și presiunii înalte.

În capitolul consacrat cimenturilor portland de sondă se examinează procesele de întărire a cimentului în diferite condiții, filtrația laptelui de ciment, influența exercitată de temperaturile și presiunile înalte de raportul apă-ciment și gradul de măcinare asupra durabilității pietrei de ciment.

Autorul abordează problema coeziunii pietrei de ciment cu peretele sondei și burlanele de tubaj, expunînd o serie de concepții ale cercetătorilor sovietici și străini în această privință, precum și rezultatele experiențelor de laborator.

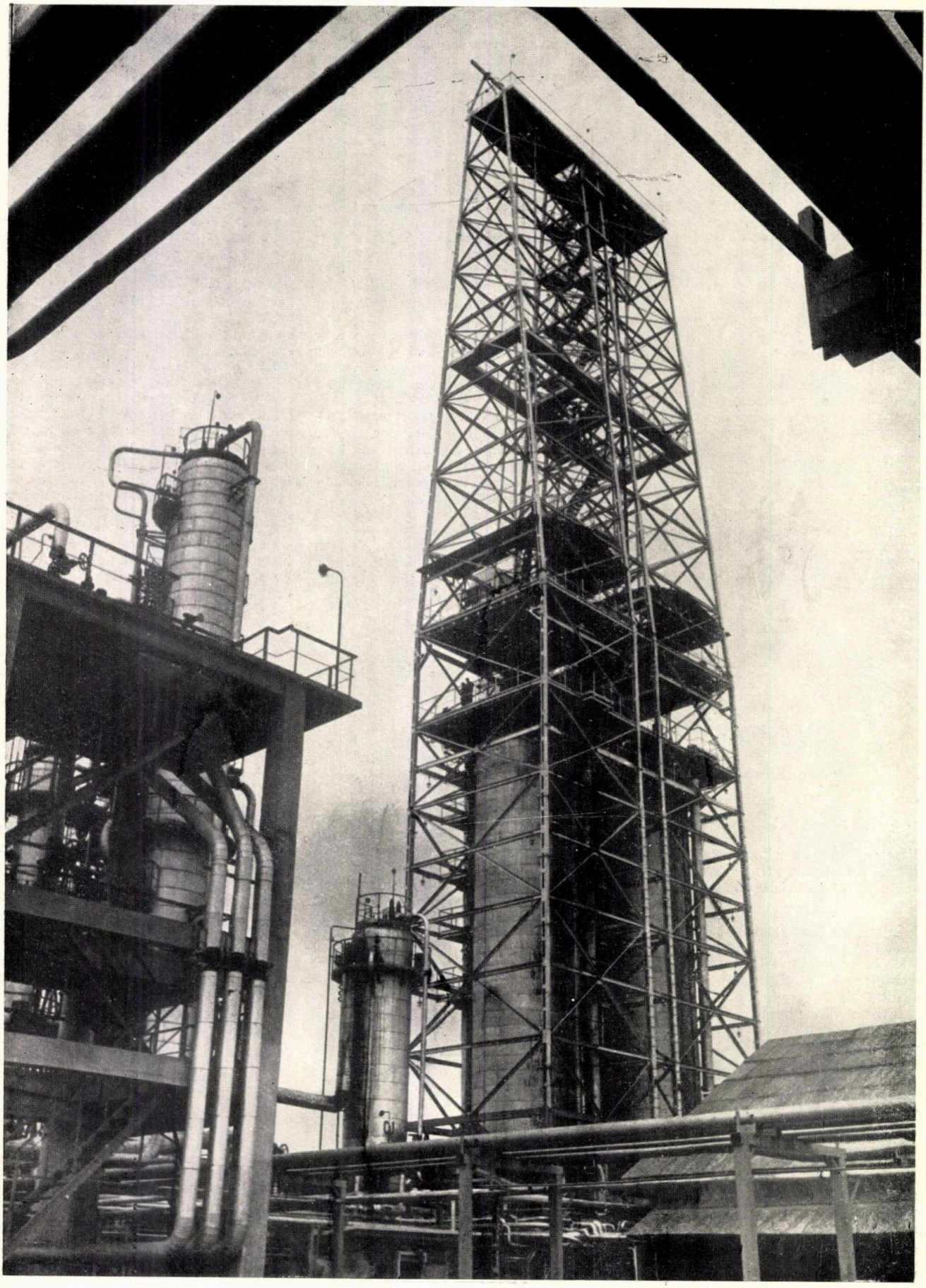
În cadrul studiului amestecurilor de ciment cu nisip se examinează compoziția mineralogică și granulometrică a nisipului, operațiile de amestecare și procedeele de alegere a compoziției amestecului.

În continuare, un amplu capitol este dedicat problemelor legate de perforarea pietrei de ciment cu diferite tipuri de perforatoare.

Inhibitorii timpului de priză a cimentului constituie obiectul unui studiu special, în cadrul căruia autorul expune rezultatele cercetărilor efectuate cu diferiți inhibitori și tipuri de ciment, în forma unor tabele sinoptice.

În legătură cu problema cimentării sondelor în condiții complicate, se tratează problema laptelui de ciment îngreuiat și a celui cu greutate specifică redusă, cu care prilej se examinează o serie de aditivi și rezultatele obținute cu astfel de cimenturi.

MŰSZAKI KÖNYVTÁR DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT 1883

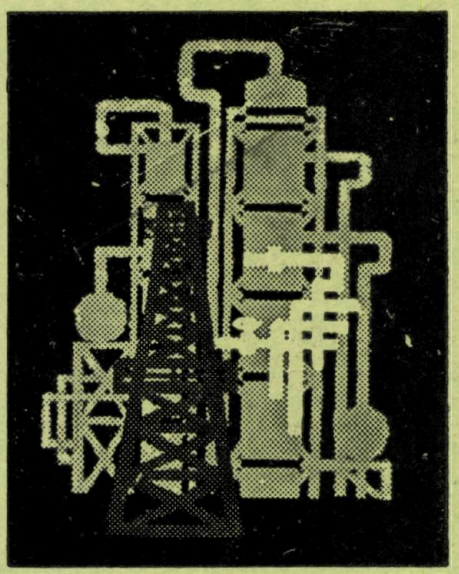


Instalația de cracare întîrziată cu fabricare de cocs de petrol — rafinăria Onești

MŰSZAKI KÖNYVTÁR DOKUMENTÁCIÓS OSZTÁLY 1883

inter-oil 19 – 26 iunie 1963

Se prezintă realizările obținute în întreaga lume în domeniul producției de accesorii pentru industria petrolului și gazelor naturale. Expun circa 400 de întreprinderi aparținînd unui număr de 16 țări de primă importanță pe piața mondială. O prezentare cuprinzătoare a ultimelor realizări ale tehnicii.



Expoziţie internaţională
Al 6-lea Congres mondial al petrolului
Frankfurt/Main

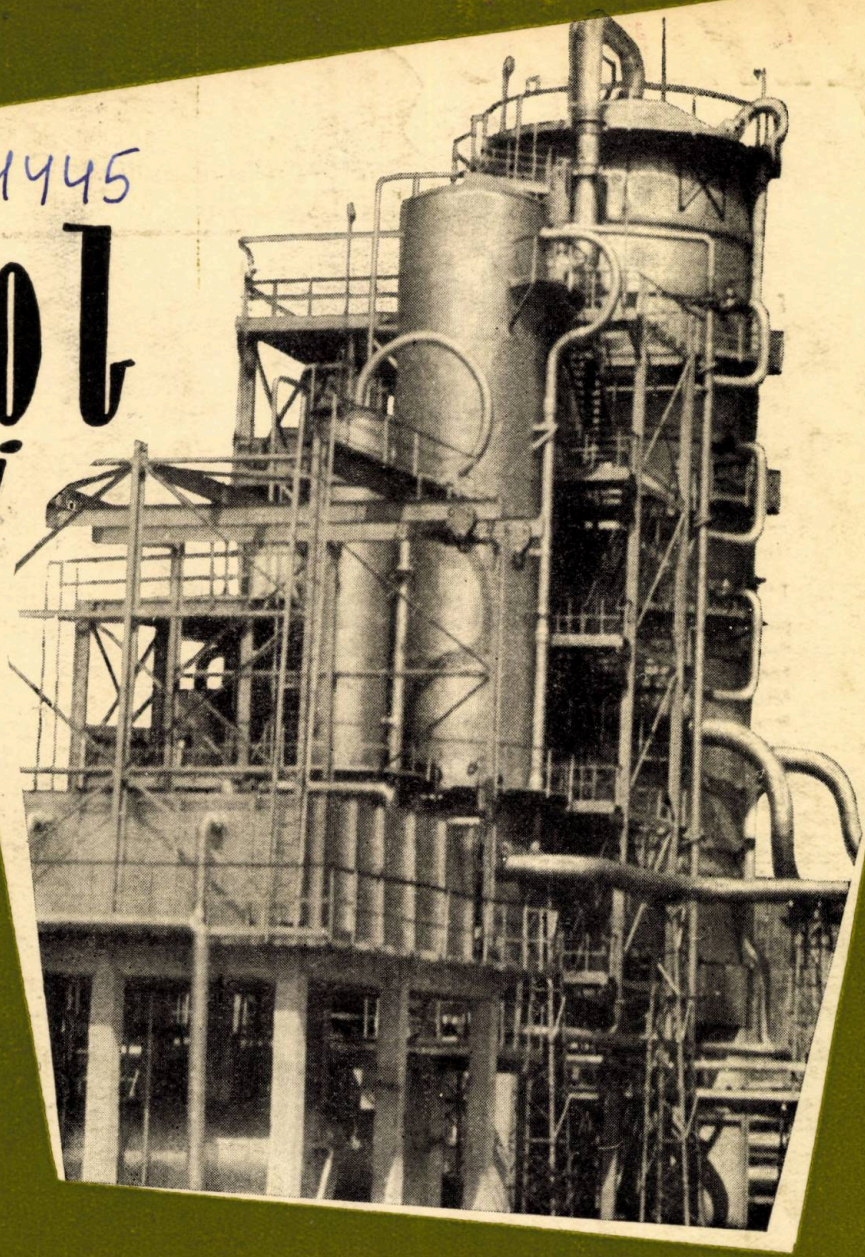
Revista PETROL și GAZE, organ al Ministerului Industriei Petrolului și Chimiei și al Consiliului Național al Inginerilor și Tehnicienilor din R.P.R. (C.N.I.T.) Redacția: București, str. Ion Ghica, nr. 5, raion Lenin Vladimirescu, telefon 16.78.78. Revista este editată de Centrul de documentare al industriei petrolului și chimiei. Abonamentele pentru biblioteci, cabinetele tehnice, individuale se pot achita în numerar sau în contul nostru de virament: Centrul de documentare al industriei petrolului și chimiei – Sectorul publicațiilor tehnice – telefon 13.52.23, Bd. N. Bălcescu, nr. 16, raion 30 Decembrie, cont 136402 – 17 B.R.P.R., Filiala 30 Decembrie, București. Tarif pentru întreprinderi lei 100 anual; tarif pentru abonamentele individuale: lei 30 anual. Prețul unui exemplar: lei 5.

Taxele poștale plătite în numerar conform aprobării D.G.P.Tc. nr. 560/11 759/1962. Tiparul: Întreprinderea Poligrafică nr. 2, București – c. 230

LEI 5

E 1445

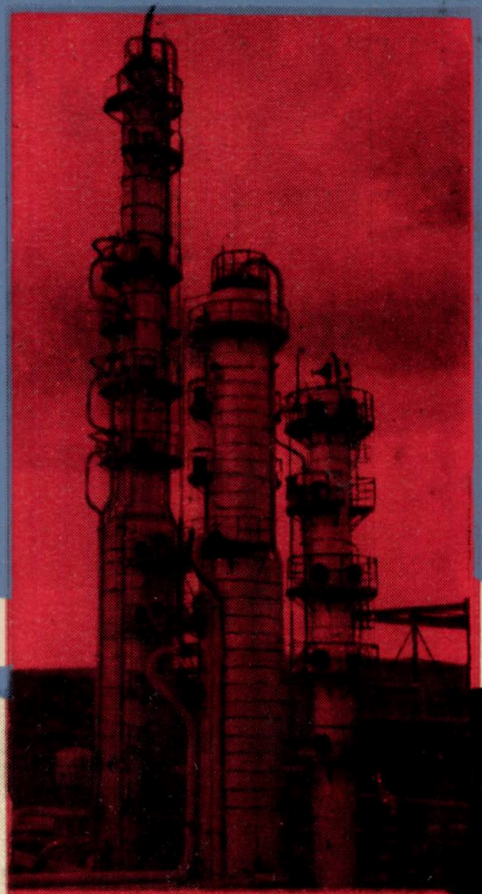
petrol și gaze



4

PETROL ȘI GAZE • Vol. 14 • Nr. 4 • P. 169 — 220 • BUCUREȘTI, 1963

Uzinele 23 AUGUST



EXECUTĂ

Agregate şi aparataje pentru industria chimică
Agregate şi utilaje pentru industria siderurgică
Motoare Diesel de la 100 la 1 000 CP
Linii de ciment de 800 şi 1 200 t/zi
Material rulant
Locomotive de manevră pentru cale normală
Automotoare de mare viteză şi capacitate
Vagoane cisternă de mare capacitate
Vagoane speciale pentru siderurgie
Frîne cu aer comprimat pentru material rulant

TURNĂTORII ŞI OŢELĂRII

Piese turnate din oţel pînă la 25 t/bucată
Piese turnate din oţel manganos
Piese turnate din fontă
Piese forjate liber
Piese matriţate
Oţeluri aliate de construcţii
Oţeluri de scule aliate şi rapide

ORSZÁGOS MŰSZAKI KÖNYVTÁRÉS DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT 1883

CUPRINS

	Pag.
M. FILIPESCU, E. MĂNIŞOR, M. CODARCEA, M. AURELIAN, Al. ZADURIAN şi I. VINCENTZ : **Metodă şi aparatură pentru extragerea şi microdozarea hidrocarburilor din sol sau din roci în vederea prospectării geochimice a acumulărilor de hidrocarburi**	169—174
GH. STOICA : **Fluide de foraj adecvate traversării unor formaţiuni geologice dificile**	175—177
GH. ALDEA : **Unele aspecte ale exploatării zăcămintelor de ţiţei din R.P.R.**	178—183
M. GELLER : **Contribuţii la calculul solicitărilor din prăjinile de pompare**	184—188
C. EVGHENIDE, I. IACOB, S. SOCOL : **Regulatoare de nivel în separatoare gaze—ţiţei de tip laminar**	189—193
A. ŞERBĂNESCU : **Studiul comportării polarografice a vanadiului din cenuşile de ţiţeiuri**	194—205
M. STOIAN : **Influenţa creşterii producţiei asupra reducerii preţului de cost la întreprinderile de extracţie a ţiţeiului**	206—209
C. CHIOTAN : **Cracarea radiotermică a hidrocarburilor lichide**	210—214
DOCUMENTARE	215—220

C O M I T E T U L D E R E D A C Ţ I E

Ing. I. NICULESCU, Laureat al Premiului de Stat, redactor responsabil, ing. GH. ALDEA, ing. I. COSTESCU, ing. V. COVRIG, dr. ing. N. CRISTEA, Laureat al Premiului de Stat, dr. ing. AL. DRĂGAN, ing. I. ISTRATE, ing. G. PACOSTE, ing. N. ROŞCA, ing. I. TOCAN, candidat în ştiinţe tehnice, şi ing. A. ZBEREA.

Fotografia de pe copertă reprezintă DAV_2 de la Răfinăria Teleajen

СОДЕРЖАНИЕ

М. ФИЛИПЕСКУ, Е. МАНИШОР, М. КОДАРЧА, М. АУРЕЛИАН, А. ЗАДУРИАН и И. ВИНЧЕНС: **Метод и аппараты для экстрагирования и микроопределения углеводородов из почвы или горных пород с целью геохимической разведки углеводородных залежей** 169—174

Г. СТОЙКА: **Буровые жидкости для проходки сложных геологических формаций** 175—177

Г. АЛЬДЯ: **Некоторые аспекты разработки нефтяных месторождений в РНР** 178—183

М. ГЕЛЛЕР: **К вопросу расчёта напряжений в насосных штангах** 184—188

ЕВГЕНИДЕ, И. ЯКОБ, С. СОКОЛ: **Регуляторы уровня ламинарного типа в нефтегазовых сепараторах** 189—193

А. ШЕРБЭНЕСКУ: **Изучение полярографического поведения ванадия в нефтяных золах** 194—205

М. СТОЯН: **Влияние роста добычи на снижение себестоимости на нефтедобывающих предприятиях** 206—209

К. КИОТАН: **Радиотермический крекинг жидких углеводородов** 210—214

ДОКУМЕНТАЦИЯ 215—220

М. ФИЛИПЕСКУ, Е. МЭНИШОР, М. КОДАРЧЯ, М. АУРЕЛИАН, А. ЗАДУРЬЯН и И. ВИНЧЕНС: **Метод и аппаратура для экстракции и микроопределения углеводородов в почве или горных породах применительно к геохимической разведке углеводородных залежей**

Описан оригинальный метод микроопределения углеводородов, применяемый в настоящее время в РНР в работах по геохимической разведке углеводородных залежей.

Метод основан на микрохлорировании углеводородов в исследуемом газе при помощи молекулярного хлора в присутствии ультрафиолетового света с последующим микроопределением хлористого водорода, образуемого во время реакции.

Метод характеризуется несложностью и точностью результатов, обеспечивая определение количеств углеводородов до 2.10^{-4} $см^3$ в 50 или 100 см газа, с ошибками в $\pm 10\,\%$.

Petrol şi Gaze **14**, № 4, 1963, стр 169—174
ДК 622.1 : 665.51 : 545.83

АННА ШЕРБЭНЕСКУ: **Исследование полярографического поведения ванадия в нефтяных золах.**

Исследовано полярографическое поведение ванадия в пятивалентном состоянии в нефтяных золах в основном растворе:
$NaOH + NH_3 + NaH_4Cl$ + комплексон III или К III, неиспользованном до настоящего времени.

Вместе с тем, результаты, исследования системы $V^5 \pm$ К III ($V^5 \overset{3e}{\rightarrow} V^{2+}$) применены для определения содержания ванадия в золах румынских нефтей. При этом установлено, что содержание ванадия в румынских нефтях относительно невелико по сравнению с нефтями зарубежного присхождения.

Petrol şi Gaze **14**, № 4 1963 стр. 194—205
ДК 546.881 :669.292 :665.521.9.

К. ЭВГЕНИДЕ, И ЯКОБ и С. СОКОЛ: **Уровнемеры в сепараторах газ-нефть ламинарного типа.**

Представлены два типа уровнемеров для жидкостей в сепараторах газ-нефть, разработанные и успешно испытанные в нашей стране. Изготовление этих уровнемеров осуществляется без затруднений с использованием существующих элементов. Они могут заменить обычные стандартные уровнемеры, эксплуатация которых связана с затруднениями.

Petrol şi Gaze **14**, № 4, 1963, стр. 189—193
ДК 665.51 :654.942

К. КИОТАН: **Радиотермический крекинг жидких углеводородов.**

На основании литературных данных в статье приводятся результаты исследований по крекингу жидких углеводородов при одновременном действии температуры и ядерных облучений.

Результаты лабораторных испытаний указывают на наличие критической температуры, выше которой происходит цепное разложение жидких углеводородов. Отмечается возможность крекинга жидких углеводородов под влиянием облучения при температурах, при которых не отмечено какой-либо тепловой конверсии (371°С и 327°С).

Petrol şi Gaze, **14**, № 4, 1963, стр. 210—214
ДК 665.53 :546.73 :546.79

INHALTSVERZEICHNIS

M. FILIPESCU, E. MĂNIȘOR, M. CODARCEA, M. AURELIAN, AL. ZADURIAN und I. VINCENTZ: **Verfahren und Apparate zur Förderung und Mikrodosierung der Kohlenwasserstoffe aus dem Boden oder Gestein hinsichtlich der geochemischen Erforschung der Kohlenwasserstoff-Lagerstätten** 169–174

GH. STOICA: **Bohrflüssigkeiten für das Durchqueren von schwierig geologischen Formationen** 175–177

GH. ALDEA: **Einige Aspekte der Ausbeutung der Erdöllagerstätte in RVR** 178–183

M. GHELLER: **Beiträge zur Berechnung der Belastungen in Pumpengestängen** 184–188

EVGHENIDE, I. IACOB, S. SOCOL: **Flüssigkeitsstand in den Gasabscheiden** 189–193

A. SERBĂNESCU: **Das Studium des polarographischen Verhaltens des Vanadiums in den Erdölaschen** 194–205

M. STOIAN: **Der Einfluss der Produktionssteigerung auf die Senkung des Selbstkostenpreises in den Erdölförder-Betrieben.** 206–209

C. CHIOTAN: **Radiothermische Krackung der flüssigen Kohlenwasserstoffe** 210–214

DOKUMENTIERUNG 215–220

M. FILIPESCU, E. MANIȘOR, M. CODARCEA, M. AURELIAN, AL. ZADURIAN und I. VINCENTZ: **Verfahren und Apparat zur Extraktion und Mikrobestimmung von Kohlenwasserstoffen im Boden oder in Gesteinen zwecks geochemischer Prospektierung von Kohlenwasserstofflagerstätten.**

Es wird ein originelles Verfahren zur Mikrobestimmung von Kohlenwasserstoffen, das in der RVR gegenwärtig in den geochemischen Prospektionsarbeiten der Kohlenwasserstofflagerstätten verwendet ist, beschrieben.

Das Verfahren beruht auf einer Mikrochlorierung der Kohlenwasserstoffe im untersuchten Gas mit molekularem Chlor in Gegenwart von ultraviolettem Licht und nefelometrischer Bestimmung des in der Reaktion angefallenen Chlorwasserstoffes.

Das Verfahren ist einfach und genau und ermöglicht die Bestimmung von 2.10^{-2} cm³ Kohlenwasserstoff in 50 oder 100 cm³ Gas mit einer Anweichung von $\pm$ 10 %.

Petrol şi Gaze **14**, nr. 4, 1963, p. 169—174
DK 622.1 : 665.51 : 545 : 83

A. ȘERBĂNESCU: **Das Studium des polarographischen Verhaltens des Vanadiums in den Erdölaschen.**

Man untersuchte das polarographische Verhalten des fünfvalentigen Vanadiums in den Erdölaschen der Grundlösung NaOH + NH_3 + NH_4Cl + Komplexverbindung III oder K III, die bisher als unverwendbar galten.

Das Studium des Systems $V^{5}\pm$ K III ($V^{5}+3e \rightarrow V^{2}+$) wurde sodann bei der Bestimmung des Vanadiumgehalts der rumänischen Erdöle angewandt. Es wurde festgestellt, dass die rumänischen Erdöle einen verhältnismässig geringen Vanadiumgehat im Vergleich zu den ausländischen Erdölen aufweisen.

Petrol şi Gaze **14**, nr. 4. 1963, p. 194— 205
D.K. 546, 881 :669.292 :665.521.9

C. EVGHENIDE, I. IACOB und S. SOCOL: **Standregler in Gas-Erdölseparatoren vom laminären Typ.**

Es weden zwei Standreglertypen für Flüssigkeiten in Gas-Erdölseparatoren beschrieben, die mit guten Ergebnissen in unserem Land ausgeführt und erprobt wurden. Diese Regler sind leicht ausführbar und einfach in Wartung und benützen in beträchtlichem Masse vorhandene Elemente. Sie können mit Erfolg die sich im Betrieb befindlichen normalisierten Regler ersetzen, die Schwierigkeiten im Betrieb aufweisen.

Petrol şi Gaze **14**, nr. 4, 1963, p. 189–193
D.K. 665.51 :654.942.

C. CHIOTAN: **Radiothermische Krackung der flüssigen Kohlenwasserstoffe.**

Der Verfasser beschreibt an Hand von Daten aus der Fachliteratur die Forschungsergebnisse hinschtlich der Krackung von flüssigen Kohlenwasserstoffen unter gleichzeitiger Einwirkung der Temperatur und der Kernstrahlung. Die Ergebnisse der Laborversuche ergaben, dass es eine kritische Temperatur gibt jenseits deren die Kettenspaltung der flüssigen Kohlenwasserstoffe eintritt. Gleichzeitig wurde die Möglichkeit festgestellt, die flüssigen Kohlenwasserstoffe unter Strahlungswirkung bei einer Temperatur zu kracken, bei der keine thermische Konversion beobachtet wurde.

Petrol şi Gaze **14**, nr. 4, 1963, p. 210—214
D.K. 665.55 : 546.73 : 546.79

SOMMAIRE

M. FILIPESCU, E. MĂNIȘOR, M. CODARCEA, M. AURELIAN, AL. ZADURIAN et I. VINCENTZ: **Méthodes et appareils pour l'extraction et le microdosage des hydrocarbures du sol ou des roches en vue de la prospection géochimique des accumulations des hydrocarbures** ..... 169—174

GH. STOICA: **Fluides de forage pour formations géologiques difficiles** ..... 175—177

GH. ALDEA: **Certains aspects de l'exploatation des gisements de pétrole brut dans la R.P.R.** 178—183

M. GHELLER: **Contributions au calcul des sollicitations subies par les tiges de pompage** ..... 184—188

C. EVGHENIDE, I. IACOB, S. SOCOL: **Régulateurs de niveau dans les séparateurs gaz-pétrole brut du type laminaire** ..... 189—193

A. ȘERBĂNESCU: **L'étude du comportement polarographique du vanadium des cendres des pétroles bruts** 194—205

M. STOIAN: **L'influence de l'augmentation de la production sur la réduction du prix de revient. dans les entreprises d'extraction du pétrole brut** ..... 206—209

C. CHIOTAN: **Le cracking radiothermique des hydrocarbures liquides** ..... 210—214

DOCUMENTATION ..... 215—220

M. FILIPESCU, E. MĂNIȘOR, M. CODARCEA, M. AURELIAN, AL. ZADURIAN et I. VINCENTZ: **Méthodes et appareils pour l'extraction et le microdosage des hydrocarbures dans le sol et les roches en vue de la prospection géochimique des accumulations des hydrocarbures.**

On décrit un méthode originelle pour le microdosage des hydrocarbures, appliquée à présent dans la R.P.R. dans les travaux de prospection géochimique des gisements de hydrocarbures.

La méthode comporte une microchloruration des hydrocarbures, contenues dans le gaz étudié à l'acide du chlore moléculaire en présence de la lumière ultraviolette, suivie par la détermination néfélométrique de l'acide chlorhydrique formé dans la réaction.

La méthode est simple et précise, permettant le dosage de 2.10^{-4} cm³ de hydrocarbure dans 50 ou 100 cm³ de gaz avec une erreur de $\pm$ 10 %.

Petrol și Gaze **14**, nr. 4 1963, p. 160—174
CD 622.1 : 665.51 : 545.83

A. SERBĂNESCU: **L'étude du comportement polarographique du vanadium des cendres des pétroles bruts.**

On a étudié le comportement polarographique du vanadium à l'état pentavalent des cendres des pétroles bruts, dans une solution de base $NaOH + NH_3 + NH_4Cl$ + complexon III ou KIII non utilisée jusqu'à présent.

L'étude du système V^{5+} + KIII ($V^{5+} \xrightarrow{3e} V^{2+}$) fut appliquée ensuite à la détermination de la teneur en vanadium des cendres des pétroles bruts roumains. On a établi que les pétroles bruts roumains ont une teneur relativement faible en vanadium par comparaison aux pétroles bruts étrangers.

Petrol și Gaze **14**, nr. 4, 1963, p. 194—205
C.D. 546.881 :669.292 :665.591.9

C. EVGHENIDE, I. IACOB et S. SOCOL: **Régulateurs de niveau dans les séparateurs gaz-pétrole brut du type laminaire.**

On présente deux types de régulateurs de niveau pour liquides dans les séparateurs gaz-pétrole brut, qui ont été élaborés et expérimentés avec des bons résultats dans notre pays. Ils sont faciles à exécuter et à entretenir et utilisent en bone partie de éléments existants. Ils peuvent remplacer avec succès les régulateurs normalisés existants, qui sont difficile en exploitation.

Petrol și Gaze **14**, nr. 4, 1963, p.189—193
C.D. 665.51 :654.942

C. CHIOTAN: **Le cracking radiothermique des hydrocarbures liquides.**

L'ouvrage présente, à la lumière des données de la littérature, les résultats des recherches concernant le cracking des hydrocarbures liquides, sous l'action simultanée de la température et des radiations nucléaires.

Les résultats des essais de laboratoire révèlent l'existence d'une température critique, au-dessus de laquelle se produit la décomposition en chaîne des hydrocarbures liquides ; ils indiquent d'autre part, la possibilité du cracking des hydrocarbures liquides, sous l'influence des radiations à des températures où aucune conversion thermique n'avait été observée.

Petrol și Gaze **14**, nr. 4, 1963, p. 210—214
C.D. 665.53 :546.73 :546.79

CONTENTS

M. FILIPESCU, E. MĂNIȘOR, M. CODARCEA, M. AURELIAN, AL. ZADURIAN and I. VINCENTZ: **Methods and apparatus for the extraction and microdetermination of hydrocarbons from soil and rocks in the geochemical prospection of hydrocarbon accumulations** 169–174

GH. STOICA: **Drilling fluids for some difficult geological formations** 175–177

GH. ALDEA; **Some aspects concerning the exploitation of crude oil deposits recovery in the R.P.R.** 178–183

M. GHELLER: **A contribution to the calculus of stresses occurring in sucker rods** 184–188

C. EVGHENIDE, I. IACOB, S. SOCOL: **Level regulators in gas crude oil separators of the laminary type** 189–193

A. ȘERBĂNESCU: **Studying the polarographic behaviour of vanadium in crude oil ashes** 194–205

M. STOIAN: **The influence of increased production on cost price reduction in the crude oil extracting enterprises** 206–209

C. CHIOTAN: **The radiothermic cracking of liquid hydrocarbons** ..... 210—214

DOCUMENTATION 215–220

M. FILIPESCU, E. MĂNIȘOR, M. CODARCEA, M. AURELIAN, A, ZADURIAN and I. VINCENTZ: **Methods and apparatus for the extraction and microdetermination of hydrocarbons from soil rocks in the geochemical prospecting of hydrocarbon deposits.**

The author describes an original method of the microdetermination of hydrocarbons which is now applied in the R.P.R. in the geochemical prospecting operations of hydrocarbon deposits.

The method is based on the microchlorination of the hydrocarbons in the studied gas with molecular chlorine in the presence of ultraviolet light and the nefelometric determination of the hydrochloric acid, formed in the reaction.

The method is simple ans precise, allowing the determination of up to 2.10^{-2} cm^3 of hydrocarbons in 50 or 100 cm^3 of gas with an error of $\pm$ 10%.

Petrol și Gaze **14**, nr. 4, 1963, p. 169—174
DC 622.1 : 665.51 : 545.83

A. SERBĂNESCU: **Studying the polarographie behaviour of vanadium in crude oil ashes.**

The polarographic behaviour was studied on vanadium contained in pentavalent form by crude oil ashes in a basic solution: $NaOH + NH_3 + NH_4Cl +$ complexon III or K III never used as yet.

The study of the $V^5 \pm$K III $\left(V^{5+} \xrightarrow{3e} V^{2+}\right)$ system was then used to determine the vanadium content in rumanian crude oil ashes. It is concluded that rumanian crude oils have a relatively low vanadium content as compared to foreign crude oils.

Petrol și Gaze **14**, nr. 4, 1963, p. 194–205
D.C. 546.881 :669.292 :665.521.9

C. EVGHENIDE, I. IACOB and S. SOCOL: **Level regulators in gas crude oil separators of the laminary type.**

The authors present two types of level regulators for liquids in gas-crude oil regulators, which are elaborated and experimentally verified in our country with good results. These regulators are very simple in technology and maintenance and are using existent elements. They may successfully be applied instead of the standardised regulators now in use, which are difficult on exploitation.

Petrol și Gaze **14**, nr. 4, 1963, p. 189—193
D.C. 665.51 :654.942

C. CHIOTAN: **The radiothermic cracking of liquid hydrocarbons.**

The paper presents in the light of literature data some results of tests concerning the cracking of liquid hydrocarbons, under the simultaneous action of temperature and nuclear radiations.

The results of laboratory tests reveal the existence of a critical temperature above which occurs a chain decomposition of liquid hydrocarbons. They also disclose the possibility of liquid hydrocarbon cracking occurring under the influence of radiations, at temperatures at which no thermic conversion is noticed.

Petrol și Gaze **14**, nr. 4, 1963, p. 210—214
D.C. 665.53 : 546.73 : 546.79

petrolexport

Carburanți pentru motoare OTTO

I.S.C.E. „PETROLEXPORT" comercializează întreaga gamă de carburanți pentru motoare Otto și Diesel.

Pentru orice tip de motor Otto benzinele oferite de „Petrolexport" se caracterizează prin cifre octanice naturale cuprinse între 70 M și 90 R, printr-o sensibilitate mare la adaosul de antidetonant. Numai cu un adaos de TEL de max. 0,6‰ se obțin benzine cu CO 100 R.
Pornirea ușoară și arderea completă a combustibilului sînt asigurate printr-o curbă de distilare adecvată.
Stabilitatea chimică bună și conținutul redus de sulf de max. 0,1% fac ca benzinele romînești să fie apreciate de consumatori.

Combustibilii Otto se livrează în tancuri petroliere și cazane-cisterne

Adresați-vă la:

I.S.C.E. „PETROLEXPORT"
BD. 6 MARTIE nr. 42
BUCUREȘTI — ROMINIA
Telef. 15.70.17 ● Telex. 266

petrol și gaze

ANUL XIV Nr. 4 APRILIE 1963
ORGAN AL MINISTERULUI INDUSTRIEI PETROLULUI ȘI CHIMIEI ȘI AL CONSILIULUI NAȚIONAL AL INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN R. P. R.

Metodă și aparatură pentru extragerea și microdozarea hidrocarburilor din sol sau din roci în vederea prospectării geochimice a acumulărilor de hidrocarburi

M. FILIPESCU,
E. MĂNIȘOR,
M. CODARCEA,
M. AURELIAN,
AL. ZADURIAN și
I. VINCENTZ

Una dintre metodele importante în lucrările de prospectare geochimică a zăcămintelor de hidrocarburi este metoda cartării gazelor din sol. Ea are la bază premisa migrației unor componenți gazoși din acumulările de hidrocarburi din adîncime, prin straturile acoperitoare, pînă la suprafață, unde acești componenți se acumulează în cantități anomale, formînd anomalii geochimice. Printre componenții migratori ai zăcămintelor de petrol figurează, în primul rînd, hidrocarburile gazoase, care au mobilitatea cea mai mare, și în special metanul.

Cantitatea de hidrocarburi gazoase care se găsește în solul unei regiuni petroliere depinde de o serie de factori, dintre care cei mai importanți sînt caracterele geologice ale regiunii, gradul de fisurare, permeabilitatea straturilor acoperitoare și adîncimea la care se găsește acumularea.

În general, cantitatea de hidrocarburi care se găsește în solul regiunilor petroliere sau gazeifere variază între 1×10^{-2} cm³ și 2×10^{-5} cm³ la 100 g sol, iar pentru terenurile sterile aceste valori scad sub 1×10^{-5} cm³.

Determinarea unor cantități de hidrocarburi de ordinul celor arătate nu este posibilă prin metodele obișnuite de analiză a gazelor, din cauza sensibilității mici a acestor metode.

În prezent, în diferite țări se utilizează, la analiza probelor de gaze extrase din sol, metode fizico-chimice. Cea mai mare parte dintre ele se bazează pe arderea catalitică a hidrocarburilor la bioxid de carbon și prinderea acestuia într-o soluție de hidrat de bariu, măsurarea cantității de CO_2 sau a excesului de hidrat de bariu făcîndu-se fie turbidimetric [1], fie colorimetric [2], [3] sau potențiometric [4].

În prezent, în țara noastră, atît M.I.P.C. cît și Comitetul geologic utilizează la cartarea gazelor din sol o metodă originală, pusă la punct de autor [5], metodă ce va fi descrisă în prezentul articol.

A. PRINCIPIUL METODEI

Metoda se bazează pe acțiunea clorului molecular asupra hidrocarburilor gazoase, în prezența luminii ultraviolete:

$$C_m Hp + nCl_2 \rightarrow C_m H_{p-4} - Cl_4 + 4HCl.$$

Cantitatea de HCl care ia naştere în reacţie este proporţională cu cantitatea de hidrocarburi supuse clorurării, în cazul cînd se menţin constante condiţiile de clorurare: cantitatea de gaze supusă clorurării, cantitatea de clor introdusă în reacţie, intensitatea luminii ultraviolete, timpul şi temperatura de reacţie. S-au fixat în aşa fel condiţiile de lucru încît pentru o moleculă de hidrocarbură să se obţină patru molecule de HCl; în acest caz, clorurarea metanului ia forma următoare:

$$CH_4 + 4Cl_2 = CCl_4 + 4\,HCl.$$

Gazul extras din sol şi supus clorurării este format în cea mai mare parte din aer, iar hidrocarburile ocupă un volum foarte mic, sub 10^{-2} cm³ la 100 cm³.

Pentru a se putea realiza reacţia de mai sus în prezenţa oxigenului din aer, care este un puternic inhibitor, s-au stabilit următoarele condiţii de lucru:

$$\frac{\text{Volum clor}}{\text{Volum hidrocarburi}} = \frac{1}{100} - \frac{1}{10\,000}$$

; timp de contact: 15 min în lumină ultravioletă; temperatura camerei; promotor: urme de vapori de apă; cantitatea de gaze pentru o analiză: 50 — 100 cm³.

Acidul clorhidric care ia naştere în reacţia de mai sus se măsoară turbidimetric; din valoarea obţinută se calculează apoi cantitatea de hidrocarburi supusă clorurării.

B. DESCRIEREA APARATURII

Aparatura utilizată se compune din următoarele părţi: aparat pentru degazificarea carotelor; instalaţie pentru măsurarea şi introducerea clorului; tub de prindere şi clorurare; instalaţie pentru separarea cromatografică a acidului clorhidric gazos de clorul molecular; fotometru Pulfrich pentru dozarea turbidimetrică a acidului clorhidric; accesorii.

1. **Aparat pentru degazificarea carotelor.** Se compune dintr-un extractor *A* şi o biuretă *B*, gradate de 100 cm³ (fig. 1).

Extractorul este construit din sticlă şi are formă cilindrică, fiind prevăzut la partea superioară cu un şlif, prin care se face legătura, prin intermediul unui mic refrigerent *E*, cu biureta *B*. La partea superioară biureta *B* este prevăzută cu un robinet cu două căi, care face legătura fie cu extractorul *A*, fie cu tubul de prindere *C*. La partea inferioară biureta este legată printr-un cauciuc de vid cu o pară de nivel *D*. Biureta este umplută cu mercur sau cu apă şi este utilizată la extragerea şi la măsurarea gazului din proba supusă extracţiei. Cu ajutorul biuretei *B*, gazul extras şi măsurat este trecut în tubul de prindere şi clorurare *C*.

2. **Instalaţie pentru măsurarea şi introducerea clorului.** Introducerea şi măsurarea unor cantităţi mici de clor (de ordinul unui cm³) într-un tub la presiunea atmosferică constituie o problemă destul de dificilă.

În primul rînd, metoda obişnuită de măsurare a volumelor de gaze cu ajutorul unei biurete gradate nu poate fi aplicată, deoarece

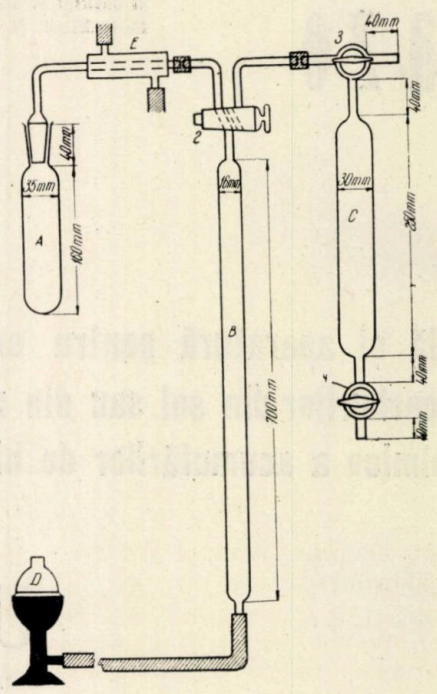


Fig. 1. Aparat pentru extragerea gazelor din carote, ape sau noroi.

nu există lichide organice sau anorganice care să nu fie atacate de clor. Chiar în cazul cînd s-ar găsi un astfel de lichid de închidere, manipularea biuretei, umplerea ei cu clor şi introducerea lui în tubul de clorurare constituie o operaţie dăunătoare pentru personalul care trebuie să execute în serie astfel de operaţii. De aceea, s-a înlocuit măsurarea volumelor de clor prin măsurarea presiunilor.

Principiul aparatului este următorul: dacă într-un vas închis *B* (fig. 2), care se găseşte la presiunea atmosferică, se introduce o cantitate de clor, presiunea în vasul *B* devine *p*; dacă, după aceasta, vasul *B* se pune în legătură cu tubul *C*, care se găseşte la presiunea atmosferică, presiunea în vasul *B* scade la *m*; căderea de presiune $p-m$ este proporţională cu cantitatea de clor introdusă în tubul *C*. Prin etalonarea aparatului se poate determina valoarea lui $p-m$ corespunzătoare diferitelor cantităţi de clor introduse în tubul *C*. Valorile *p* şi *m* se determină cu ajutorul micromanometrului cu apă *A*.

Instalaţia pentru măsurarea clorului se compune dintr-un tub de clor *G* (fig. 2) prevăzut cu un reducător de presiune, un reometru *D* pentru măsurarea debitului de clor, un tub de sticlă în formă de T, prevăzut cu o clemă cu şurub *E*, pentru reglarea debitului de clor, două tuburi capilare *H* şi *H'* şi un vas de pre-

siune B în legătură cu micromanometrul cu apă A. Intreaga instalație, cu excepția tubului de clor, este montată într-o nișă.

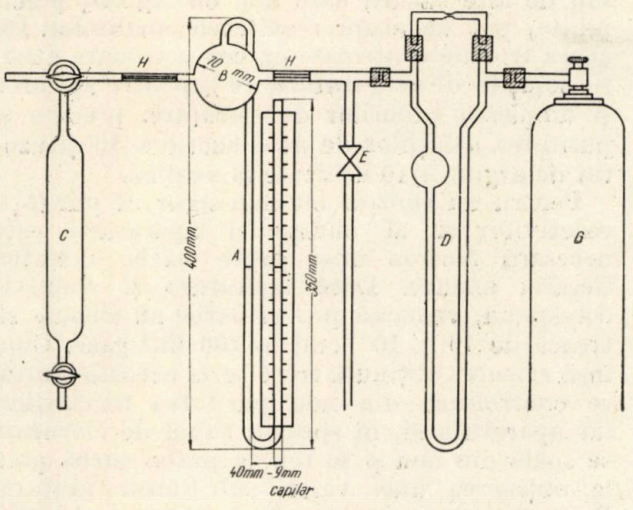


Fig. 2. Instalație pentru măsurarea și introducerea clorului în reactor.

3. **Tub de prindere și clorurare.** Clorurarea hidrocarburilor se face într-un tub de sticlă *c* Jena (fig. 3) cu o capacitate de 50 sau 100 cm³. El este prevăzut la partea superioară cu un robinet cu trei căi, iar la partea inferioară cu un

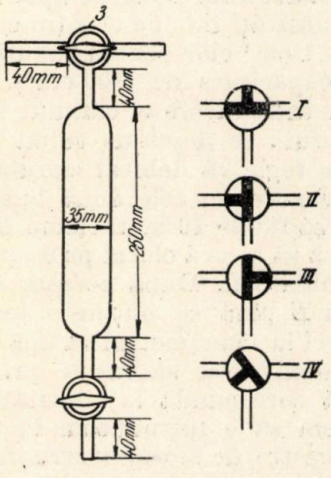


Fig. 3. Reactor.

robinet cu o cale. Modul cum se leagă acest tub la aparatul de extracție se vede în figura 1, iar la aparatul de măsurare a clorului în figura 2.

Instalația de clorurare este completată cu un aparat de raze ultraviolete, prevăzut cu o masă pe care se pune tubul de prindere, pentru a fi expus acțiunii luminii ultraviolete.

4. **Instalația pentru separarea acidului clorhidric de clorul molecular.** Separarea celor două gaze se bazează pe observația [6] că, introducînd un amestec de clor și acid clorhidric gazos într-un tub de sticlă cu pereții umectați și încercînd eluarea acestor gaze cu un curent de CO_2, clorul este eluat în întregime, în timp ce acidul clorhidric este reținut pe pereții tubului de sticlă. În felul acesta se obține o separare cantitativă a celor două gaze, fiecare dintre ele putîndu-se doza separat.

Instalația se compune dintr-un tub de CO_2 (fig. 4), prevăzut cu un ventil și o clemă cu șurub A pentru reglarea debitului de CO_2, un reometru B pentru măsurarea debitului de CO_2, tubul de clorurare C și vasul de prindere D, în care se prinde clorul eluat. În sfîrșit, ultima piesă este rotametrul E, pentru măsurarea debitului de gaze care ies din aparat.

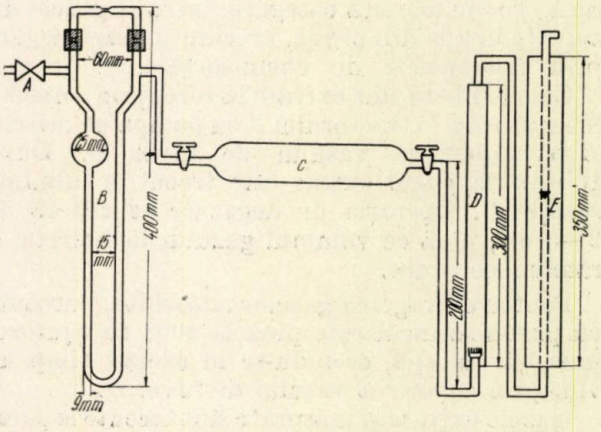


Fig. 4. Instalație pentru separarea acidului clorhidric de clorul molecular.

5. **Aparatul pentru dozarea nefelometrică a acidului clorhidric.** Determinarea HCl rămas în tubul C după îndepărtarea clorului se face turbidimetric, cu ajutorul unui fotometru Pulfrich adaptat pentru măsurarea turbidității și fluorescenței soluțiilor.

6. **Accesorii. Substanțe chimice și sticlărie de laborator.** În lucrările de microanaliza gazelor după metoda descrisă mai sus se utilizează clor gazos fără urme de acid clorhidric, bioxid de carbon fără urme de substanțe organice, soluție de $AgNO_3$ $n/10$, soluție de acid sulfuric 10%, apă distilată, soluție de HNO_3 $n/10$ și amestec oxidant pentru spălarea tuburilor de prindere și clorurare. Apa distilată cu care se prepară soluțiile de acid sulfuric și acid azotic nu trebuie să conțină urme de substanțe organice și săruri care dau precipitate cu $AgNO_3$.

Sticlărie: biurete de 50 cm³, baloane cotate de 25 cm³, pahare Berzelius de 50 cm³ și băi de apă.

C. MODUL DE LUCRU

Lucrările de laborator cuprind două faze: *1*) extragerea gazelor din probele recoltate și *2*) microanaliza gazelor extrase.

1. Cu aparatura descrisă mai sus (fig. 1) degazificarea probelor de sol sau de rocă se execută în două moduri: degazificarea probelor ambalate în borcane închise ermetic și

degazificarea unor probe ambalate în vase deschise.

În primul caz, care este cel mai recomandabil deoarece gazele din probele recoltate se păstrează mult mai bine, borcanele de sticlă sînt ataşate direct cu ajutorul unui dispozitiv special [7], la aparatul de extracţie imediat ce s-a perforat capacul. În acest caz se determină separat gazele libere şi gazele adsorbite. Gazele libere sînt mai puţin legate şi se găsesc în spaţiile libere (fisuri, pori, canale capilare) ale rocii. Gazele adsorbite sînt difuzate în întreaga masă a probei şi sînt reţinute pe suprafaţa particulelor fine de rocă. Tot în această categorie intră şi gazele dizolvate în apa din probă, precum şi gazele legate prin fenomenele de chemisorbţie.

Gazele libere sînt extrase la rece, prin punerea în legătură a extractorului *A* cu pompa de mercur *B* şi coborîrea vasului de nivel *D*. După 10 minute, gazul extras este trecut în tubul de reacţie *C*. Operaţia de degazare se repetă de 2—3 ori, pînă ce volumul gazului în biureta *B* rămîne constant.

Pentru extragerea gazelor adsorbite, borcanul cu probă se încălzeşte pînă la 80°C cu ajutorul unei băi de apă, creîndu-se în acelaşi timp un vid, prin coborîrea vasului de nivel *D*.

Gazele extrase şi măsurate sînt trecute separat în cîte un tub de prindere şi clorurare. Ele sînt apoi prelucrate mai departe separat. Operaţia de degazificare, atît pentru gazele libere cît şi pentru cele adsorbite, durează cîte 25 min.

În probele de sol sau de carote, care se ambalează în vase deschise sau pungi, se determină numai hidrocarburile adsorbite, deoarece cea mai mare parte din gazele libere se pierd. Pentru aceasta, 75—100 g din proba de sol, măcinată la o mărime a particulelor de 2—3 mm, se introduc în extractorul *A* (fig. 1); se toarnă circa 50 cm^3 apă şi se leagă la aparat prin intermediul şlifului extractorului. Se face o depresiune în vasul *A* ca mai sus, încălzindu-se în acelaşi timp pînă la 80°C. Operaţia de extracţie durează circa 25 min. Gazul extras este trecut în biureta *B*, unde este măsurat, şi de aici în tubul de prindere *C*, unde este analizat.

2. **Microanaliza gazelor extrase.** Determinarea hidrocarburilor gazoase din gazele extrase constă din următoarele operaţii: *a*) spălarea aparaturii şi proba oarbă; *b*) clorurarea; *c*) separarea acidului clorhidric de excesul de clor; *d*) dozarea acidului clorhidric; *e*) calcularea rezultatelor.

a. Spălarea aparaturii şi proba oarbă. Pentru obţinerea unor rezultate exacte este necesară o spălare minuţioasă a aparaturii cu care se lucrează şi, în special, a aparatului de extracţie şi a tubului de clorurare. Impurităţile care pot influenţa rezultatele microanalizei pot fi de natură organică sau anorganică. Orice urmă de substanţe organice care s-ar găsi în soluţia cu care se umple tuburile de clorurare sau pereţii acestor tuburi, în prezenţa clorului şi a luminii ultraviolete, se clorurează cu formare de HCl, care denaturează apoi rezultatele analizei. De asemenea urmele de cloruri sau de alte săruri, care dau cu $AgNO_3$ precipitate, pot denatura rezultatele analizelor. De aceea trebuie controlate cu cea mai mare atenţie soluţiile de acid sulfuric 10% pentru spălarea şi umplerea tuburilor de clorurare, precum şi puritatea soluţiilor de acid azotic $n/10$ şi azotat de argint $n/10$ utilizate la analiză.

Pentru un control cît mai sigur al purităţii reactivilor şi al curăţeniei aparaturii este necesară facerea unei probe oarbe înaintea fiecărei analize. Dacă aparatura şi reactivii corespund, valoarea probei oarbe nu trebuie să treacă de 40×10^{-5} cm^3 la 100 cm^3 gaze. Cînd însă valoarea obţinută trece peste această limită, se controlează din nou puritatea reactivilor, iar aparatura şi, în special, tubul de clorurare se spală din nou şi se repetă proba oarbă pînă la obţinerea unei valori sub limita arătată. Numai în acest caz se trece la analiza propriu-zisă. La calcularea rezultatului analizei se scade din valoarea totală a conţinutului de hidrocarburi valoarea probei oarbe.

b. Clorurarea. Clorurarea hidrocarburilor din gazul extras se face în tubul *C*. Gazul se introduce în tubul de prindere prin dislocuirea unei soluţii de acid sulfuric 10%, cu care se spală şi se umple acest tub. Se trece apoi la introducerea unei cantităţi fixe de clor (în cazul nostru se introduce 1 cm^3 clor pentru tuburile de prindere cu o capacitate de 100 cm^3). Modul de măsurare şi introducere a clorului în tubul *C* este următorul: se deschide tubul de clor *G* (fig. 2) şi se reglează debitul clorului astfel ca diferenţa de nivel în cele două braţe ale reometrului *D* să fie de 10 mm, clema *E* fiind deschisă. Se lasă să treacă clorul prin aparat 5 min, pentru a goli aerul. După aceasta se reglează astfel clema *E* pînă se obţine o anumită diferenţă de nivel la manometrul cu apă *A*. Această diferenţă de nivel se stabileşte prin încercări, astfel ca să corespundă la cantitatea de clor pe care vrem să o introducem în aparat. În condiţiile noastre de lucru, pentru introducerea unui centimetru cub de clor este necesară o diferenţă de nivel de 150 mm.

Se ataşează apoi tubul *C* la instalaţie cu robinetul *3* în poziţia *I* (fig. 3). După 30 s se trece robinetul *3* în poziţia *II*, făcîndu-se astfel legătura între interiorul reactorului şi presiunea atmosferică; în acest timp, care durează 3 s, diferenţa de nivel în manometrul cu apă creşte la 180 mm; se face imediat legătura între tubul *C* şi regulatorul de presiune prin învîrtirea robinetului în poziţia *III*, presiunea scade şi imediat creşte; robinetul *3* se aduce apoi în poziţia iniţială *I*. În felul acesta s-a introdus în reactor 1 cm^3 clor.

Operaţia de măsurare şi introducere a clorului nu durează mai mult de cîteva secunde.

Etalonarea aparatului s-a făcut prin introducerea de clor în tubul *C*, la diferite diferențe de nivel citite la manometrul cu apă *A*, pînă s-a ajuns la cantitatea necesară de 1 cm^3.

După introducerea clorului, tubul *C* se supune radiațiilor ultraviolete timp de 15 min, la temperatura obișnuită.

În această reacție se utilizează drept promotor urmele de apă de pe pereții tubului de prindere, care au rămas după îndepărtarea soluției de H_2SO_4, cu care se umple inițial tubul.

c. Separarea cromatografică a acidului clorhidric. Instalația pentru acest scop se vede în figura 4. Ea este construită astfel ca să se poată executa simultan mai multe separări. Tubul de clorurare *C* se prinde la această instalație în poziția din figura 4. Se dă drumul la CO_2 și se reglează din clema *A* și cu ajutorul reometrului *B* pînă se ajunge la debitul necesar (80 cm^3/min) pentru eluarea clorului. Se face legătura cu *C*, controlîndu-se debitul de CO_2 la ieșire, cu ajutorul rotametrului *E*. Se lasă să treacă CO_2 prin aparat timp de 6 min, după care separarea clorului este completă, acidul clorhidric rămînînd dizolvat în urmele de apă de pe pereții tubului *C*. Operația de separare descrisă mai sus durează 7—8 min, putîndu-se executa mai multe operații simultan (în instalația construită de autori se lucrează cu trei tuburi).

d. Extragerea și dozarea acidului clorhidric. După îndepărtarea clorului se procedează în felul următor: se introduc în tubul *C*, cu ajutorul unei trompe de apă, 20 cm^3 de soluție de acid azotic *n*/10 și se agită circa 1 min, apoi conținutul se trece într-un balon cotat de 25 cm^3. Se completează cu 5 cm^3 soluție de $AgNO_3$ *n*/10. Se lasă să stea la temperatura camerei 15 min, după care se trece la măsurarea turbidității la fotometrul Pulfrich.

Măsurătorile la aparat se fac în următoarele condiții: suportul pentru filtre cu litera *T* în dreptul liniuței; orificiul deschis complet (discul zimțuit în poziția *E*); lentila de comparație numărul *4* și filtrul LT_2.

e. Calcularea rezultatelor. Transformarea valorilor turbidității citite la aparatul Pulfrich în procente de hidrocarburi se face prin intermediul unei curbe-etalon. Curba s-a construit cu ajutorul unor amestecuri sintetice de metan și aer. Amestecurile preparate au fost analizate după metoda descrisă, iar valorile turbidității împreună cu cantitățile de metan corespunzătoare au servit la construirea curbei (fig. 5). S-a utilizat la construirea acestei curbe metanul deoarece, în toate cazurile, componenta hidrocarburică a gazelor extrase din sol este constituită în cea mai mare parte din metan. Cu ajutorul curbei stabilite se poate calcula cantitatea de metan sau de hidrocarburi gazoase superioare (etan, propan, butan) din gazul analizat. În cazul acesta, însă, metoda sub forma ei actuală nu permite determinarea lor separată, ci numai împreună cu metanul. Valorile găsite se raportează apoi la cantitatea de sol supusă analizei, iar rezultatele se exprimă în 1×10^{-5} cm^3 metan la 100 g probă.

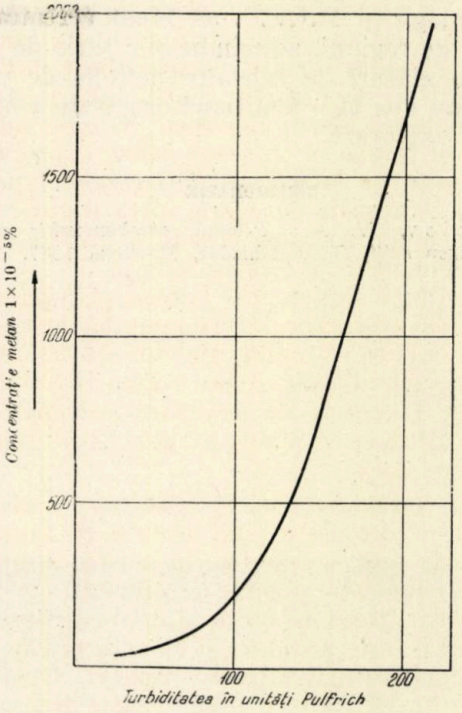


Fig. 5. Curba turbidității determinată la aparatul Pulfrich, în funcție de concentrația metanului.

D. CONCLUZII

Metoda descrisă are o serie de avantaje față de alte metode similare, avantaje care au contribuit la utilizarea ei cu precădere în prospectarea geochimică a zăcămintelor de hidrocarburi din țara noastră.

— În primul rînd, simplitatea aparaturii și posibilitățile de a putea fi construită cu materiale pe care le avem în țară.

— Manipularea aparaturii poate fi făcută de către un personal cu o pregătire medie.

— Cantitatea de gaze utilizată pentru o analiză de 20—100 ml este de același ordin cu aceea cerută de gazo-analizatorul titrimetric construit în U.R.S.S. de Turkeltaub [2].

— Sensibilitatea aparaturii este de 2×10^{-4} ml metan față de 5×10^{-3} pînă la 1×10^{-4} ml metan, a microanalizatorului titrimetric, și de 2×10^{-5} ml metan al microcromatografului pentru gaze cehoslovac, construit de Juranek [3].

— Precizia de $\pm 5\%$ este de același ordin ca a aparatelor sovietic și cehoslovac; de asemenea, timpul de lucru de 2 ore, în care intră și extracția gazelor din proba de rocă, este mai mic sau apropiat de acela al aparatelor străine menționate.

Pentru motivele arătate, în prezent aceasta este singura metodă utilizată în țara noastră la cartarea hidrocarburilor din sol în vederea prospectării geochimice a zăcămintelor de hidrocarburi.

În ultimii ani, prin această metodă Comitetul geologic și M.I.P.C. au făcut cercetări în peste 20 de regiuni, aducîndu-se o serie de date noi, care alături de celelalte metode de prospectare au dus la o mai bună orientare a lucrărilor de explorare.

BIBLIOGRAFIE

[1] Sokolov, V. A.: *Priamie gheohimiceskie metodî poiskov nefti*, Gostoptehizdat, Moscova, 1947.

[2] Turkeltaub, N. M. și Fainberg, M. M. În: *Hromatograficeskie gazoanalizatorî*, GOSINTI, Moscova 1959.

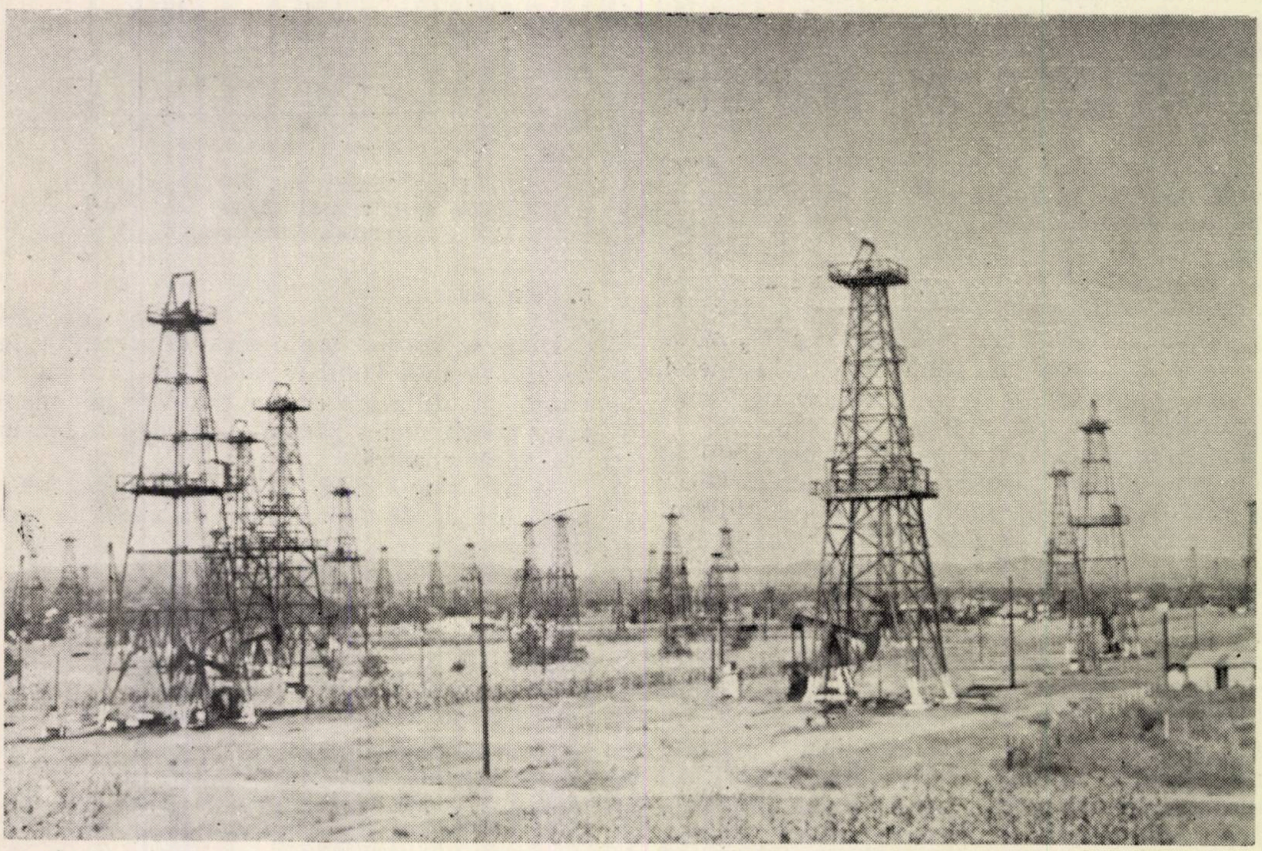
[3] Juranek, I. *Fotokolorimetrie* Plynovy Mikrochromatograf. Praha 1961.

[4] Rașeev, S., Manilici, A.: *Metode și instalații pentru microanaliza hidrocarburilor gazoase extrase din probe de roci, ape sau noroaie de foraj.* Invenție.

[5] Filipescu, M., Mănișor, E., Codarcea, M., Aurelian, M. *Aparat pentru microdozarea hidrocarburilor.* Invenție: Dosar, nr. 42425, 9, 1959. Oficiul de stat pentru invenții.

[6] Filipescu, M., Aurelian, M. *Separarea cromatografică a amestecului de clor molecular și acid clorhidric gazos.* În: Revista de chimie, **11**, nr. 8, 1960, p. 478.

[7] Dumitrașcu, N. *Dispozitiv pentru închiderea ermetică a borcanelor de sticlă și extragerea gazelor din probele închise fără scoaterea capacului.* Inovație.



Schela Aninoasa Teiș

Fluide de foraj adecvate traversării unor formațiuni geologice dificile

Ing. GH. STOICA
Comitetul geologic I.S.E.M.

În ultimul timp, în lumina Directivelor celui de-al III-lea Congres al P.M.R., în R.P.R. a luat o mare dezvoltare forajul sondelor de explorare la mare adîncime. O parte dintre sarcinile de explorare la mare adîncime revine și întreprinderii I.S.E.M. din Comitetul geologic.

Sondele săpate de această întreprindere sînt răspîndite în toate regiunile țării și trebuie să rezolve o serie de probleme de foraj foarte variate și, uneori, extrem de dificile, dată fiind diversitatea formațiunilor geologice traversate.

Printre dificultățile cele mai caracteristice întîlnite notăm : săparea în formațiuni de sare, brecii, ghipsuri și anhidrite, traversarea de nisipuri cu ape sărate și gaze cu presiuni mari, marne ce se umflă prin hidratare, brecii tectonice, nisipuri nestabile, formațiuni cu fisuri și caverne etc. Singurul mijloc mai sigur care se poate folosi pentru combaterea efectelor negative ale formațiunilor citate mai sus este noroiul de foraj. În cele ce urmează se face o descriere pe scurt a fluidelor de foraj utilizate la anumite sonde săpate de I.S.E.M. și a modului cum a fost tratat și amenajat acest fluid pentru asigurarea procesului normal de foraj.

La sonda Foleşti a trebuit să se rezolve două probleme esențiale : *1*) traversarea formațiunii cu sare și brecii din acvitanian și *2*) explorarea sub sare a oligocenului cu straturi de Pucioasa pe o distanță de circa 300—400 m.

1. Cu toate că se dispunea de o mare experiență în ceea ce privește rezolvarea problemelor de la punctul *1*), rețetele cunoscute n-au dat satisfacție la această sondă. Pînă la intrarea în brecia sării s-a utilizat un noroi obișnuit, format din marnele întîlnite în miocenul săpat, căruia i s-au adăugat mici cantități de coloizi, pentru a-i menține următoarele caracteristici : $D = 1{,}400-1{,}500$ kg/dm³, $V = 39-50''$ march, $F = 8-12$ cm³ la 30 min API, $T = 1{,}5-2$ mm, Tix. $= 10-12''$ march la 10′.

În această perioadă forajul s-a desfășurat normal.

Pentru a preîntîmpina efectele periculoase ale breciei și sării s-a înlocuit noroiul natural cu noroi sărat saturat și amidonat, cu următoarele caracteristici : $D = 1{,}500-1{,}600$ kg/dm³,

$V = 45 - 50''$ march, $F = 8 - 14$ cm³ API, $T = 2-2{,}5$ mm, Tix. $= 10-14''$, sare $= 3\,159$ kg/vag.

În scurt timp s-a observat că măsurile luate n-au fost suficiente pentru a elimina pericolul de strîngere și dărîmare a găurii, prezentat de brecia sării, în special de brecia de sub sare, deci a trebuit să se reconsidere construcția noroiului inițial și să se treacă la un alt tip de fluid de foraj, și anume să se folosească „noroi salin emulsionat cu produse petroliere", respectiv motorină și țiței, cu următoarele caracteristici : $D = 1{,}850-1{,}890$ kg/dm³, $V = 48 - 65''$ march, $F = 3 - 5$ cm³ API, $T = 1{,}07$ mm, Tix. $= 10-15''$ march, sare $= 3\,150$ kg/vag.

Astfel s-a putut menține echilibrul găurii în perfectă stare, făcînd posibilă tubarea unei coloane de 10 3/4" la adîncimea de 1 900 m, izolînd sarea în cele mai bune condiții.

2. Sub sabotul coloanei de 10 3/4" se știa că vor fi întîlnite formațiuni ale căror straturi sînt formate din marne compacte cu bentonite și marne exfoliante.

În ambele feluri de marne se găsesc filme de nisipuri fine ce conțin gaze de mare presiune, care prin detentă în gaura de sondă provoacă ruperea marnelor și căderea lor în puț.

Săparea acestor marne a constituit întotdeauna o problemă greu de rezolvat, deoarece dificultățile întîlnite în timpul forajului nu permiteau decît să se exploreze 200—300 m în această formațiune după care forajul în adîncime nu mai continua, ele reprezentînd reperul la care sondele se abandonau.

Cunoscînd aceste greutăți, s-a procedat la săparea acestei porțiuni de gaură cu un noroi calcic emulsionat, constituit din ciment 4—6%, motorină 20%, reactiv bazic de lignit 10—15%, îngreuiat cu barită de Rănușa. Caracteristicile noroiului erau : $D = 1{,}980-2{,}100$ kg/dm³, $V = 48-70''$ march, $F = 2-3$ cm³ API, $T = 0{,}6-0{,}9$ mm, Tix. $= 9 \times 10''$ march.

În timpul forajului, acest noroi s-a dovedit a fi foarte rezistent, necesitînd numai tratamente ușoare, pentru întreținere. Sonda a forat în bune condiții pînă la adîncimea programată, explorînd în oligocenul cu facies de Pucioasa circa 1 000 m, ceea ce reprezintă o performanță.

În legătură cu acest fluid de foraj trebuie subliniat încă un fapt remarcabil, și anume că, după prima probă de producție, sonda a fost trecută în conservare și a stat într-o pauză de 27 de luni, după care s-a făcut o probă de circulație.

Circulația a pornit fără nici o dificultate numai cu 60 at peste presiunea normală, încît se poate trage concluzia că acest noroi poate fi folosit în anumite condiții ca un noroi pentru packere, deoarece își păstrează calitățile timp îndelungat.

După pauza de 27 de luni, la pornirea circulației noroiul a avut următoarele caracteristici : $D = 1{,}980-2{,}000$ kg/dm³, $V = 46-50''$ march, $F = 2$ cm³ API, $T = 0{,}6$ mm, Tix. $= 13''$ march.

Sonda Matița. Pînă la circa 2 450 m, a traversat două formațiuni cu sare, care au fost izolate cu două coloane de 12 3/4 și 8 5/8".

Forajul pînă la această adîncime s-a făcut în alternanțe de marne, nisipuri, brecii și sare, utilizînd un noroi de foraj saturat cu sare și amidonat.

Caracteristicile lui erau : $D = 1{,}380-1{,}480$ kg/dm³, $V = 40-60''$ march, $F = 8-13$ cm³ API, $T = 2-3$ mm, Tix. $= 14''$ march, sare $= 2\,800-3\,200$ kg/vag.

Acest noroi s-a întreținut foarte ușor, întrebuințînd pentru tratamentul lui zilnic următoarele : 10 000 l apă sărată saturată și 10—12 t barită.

În plus, la fiecare patru zile se adaugă amidon hidrolizat în proporție de 4—5%.

Noroiul, avînd caracteristicile de mai sus, a permis efectuarea forajului fără nici o dificultate și cu viteze apreciabile pînă la adîncimea menționată.

După tubarea coloanei de 8 5/8" la adîncimea de 2 450 m, forajul a continuat în formațiuni geologice cu o stratificație complicată, care se prezenta sub forma unor alternanțe de marne cu înclinări mari, brecii, viituri puternice de apă sărată și zone de pierderi de lichid.

În prima etapă s-a săpat cu un fluid de foraj obișnuit, constituit din humă, trassgel și barită, ale cărei caracteristici erau următoarele : $D = 1{,}550 - 1{,}750$ kg/dm³, $V = 60 -$ inf., $F = 8-14$ cm³ API, $T = 2-3$ mm, Tix. $= 19 -$ inf., sare $= 80$ kg/vag.

Tratamentul constă din adăugarea zilnică a unor cantități de soluție de reactiv de cărbune ce variau de la 5 200 la 12 000 l.

Acest fluid de foraj n-a dat satisfacție deoarece producea dese manșonări și pistonări pe gaură, veșnic erau țineri pe gaură și pericol de prindere a garniturii.

În această situație a intervenit manifestarea unor ape sărate agresive, care ușurau noroiul și provocau curățarea colmatajului de pe pereții găurii.

Pentru continuarea forajului s-a recurs la prepararea unui fluid de foraj mai potrivit pentru a face față acestor neajunsuri.

Fluidul de foraj ales a fost de tipul calcic emulsionat și avea următoarele caracteristici : $D = 2{,}04-2{,}05$ kg/dm³, $V = 50-80''$ march, $F = 2 - 3$ cm³ API, $T = 0{,}5 - 0{,}8$ mm, Tix. $= 10-15''$ march.

Acest fluid de foraj s-a comportat foarte bine și a dovedit calități de rezistență, la contaminarea cu particule coloidale din teren, cu totul deosebite. De asemenea a oprit acțiunea

apelor sărate și n-a fost influențat de temperatură, care la ieșire era de 50—55°C.

Tratamentul zilnic a constat din adăugarea următoarelor: 4—5% motorină, 7% apă, 5% reactiv bazic de lignit și 10—14 t barită.

Sonda Valea Unghiului de la zi a străbătut tortonianul cu sare de la 49 pînă la 1 820 m, unde coloana de 10 3/4″ a închis sarea.

Tortonianul străbătut a fost compus din sare, marne argiloase, brecii și nu a produs dificultăți de foraj.

De la început s-a utilizat fluidul de foraj amidonat și saturat în NaCl, care a avut caracteristicile următoare: $D = 1{,}400—1{,}450$ kg/dm³, $V = 39—45''$ march, $F = 6—10$ cm³ API, $T = 1{,}5 — 3$ mm, Tix. = 8″ march, sare = 3 150 kg/vag.

Pe tot timpul forajului, pentru menținerea caracteristicilor fluidului de foraj, acesta a fost tratat cu soluție de amidon hidrolizat și apă sărată saturată în NaCl.

După tubarea coloanei de 10 3/4″, s-a schimbat fluidul de foraj sărat cu altul dulce, format din apă, humă, trassgel, care a fost transformat în calcic emulsionat cu motorină, după rețeta: motorină 15%, ciment 4%, reactiv de lignit 10%.

Noroiul utilizat a avut caracteristicile următoare: $D = 1{,}320$ kg/dm³, $V = 40 — 45''$ march, $F = 6—12$ cm³ API, $T = 1—3$ mm, Tix. = 6—10″, sare = 80 kg/vag.

S-a reluat forajul, traversînd marne și ghipsuri tortoniene, pînă la adîncimea de 2 243 m, cînd s-a întîlnit din nou o formațiune de sare.

Pînă în acel moment forajul a decurs normal, cu noroi care avea densitatea de 1,320 kg/dm³, avînd oarecare greutăți cu reducerea filtratului, care era ceva mai ridicat, din cauza prezenței ghipsului în terenurile străbătute.

Cu apariția sării, gaura de sondă s-a deteriorat puțin, după care s-a trecut la un fluid de foraj sărat, tratat cu sare și amidon hidrolizat, soluție ce a avut o salinitate de 3 050 kg/vag. și următoarele caracteristici: $D = 1{,}320$ kg/dm³, $V = 39—45''$ march, $F = 4—5$ cm³, $T = 1—2$ mm, sare = 3 050 kg/vag.

La adîncimea de 1 936 m pereții găurii s-au dărîmat, iar sapa cu turbina a fost prinsă.

După eliberarea sapei s-a îngreuiat fluidul de foraj cu barită la densitatea de 1,52—1,56 kg/dm³, iar filtratul a fost redus pînă la 4—4,5 cm³ la 30 min API cu motorină și C.M.C. (Nymcoll. Olanda).

Noroiul a fost tratat după rețeta următoare: motorină 10%, C.M.C. 3% (praf calc. la volumul de noroi), ciment 3%. Caracteristicile noroiului au fost: $D = 1{,}550$ kg/dm³, $V = 45—50''$, $F = 3—4{,}5$ cm³, $T = 0{,}7—1$ mm, Tix. = 10—15″ march, sare = 3 150 kg/vag.

În aceste condiții s-a continuat forajul pînă la adîncimea de 2 542 m, cînd s-a întîlnit un strat cu apă sărată care a micșorat densitatea noroiului de la 1,550 la 1,300 kg/dm³.

Pentru a contracara acțiunea răufăcătoare a apei sărate, s-a recurs la îngreuiarea fluidului de foraj cu barită pînă la densitatea de 1,880kg/dm³.

În această etapă fluidul de foraj a avut următoarele caracteristici: $D = 1{,}880$ kg/dm³, $V = 50—80''$, $F = 2—3{,}5$ cm³ API, $T = 0{,}7—1$ mm, Tix. = 14—22″ march, sare = 3 125 kg/vag.

Pentru întreținere s-a tratat periodic cu: motorină, C.M.C. (Nymcoll. Olanda) și apă sărată, după rețeta de mai jos: motorină 4—5%, C.M.C. 0,5%, apă sărată saturată 6—7%.

Fluidul salin calcic emulsionat a dat rezultate bune, putîndu-se traversa marnele tortoniene cu înclinări de peste 75° (rezultate extrase din probele de teren), iar sonda a fost terminată în bune condiții.

După cum rezultă din cele descrise mai sus, fluidele de foraj utilizate la traversarea formațiunilor geologice dificile au adus îmbunătățiri destul de serioase în aplicarea regimului de foraj, astfel: viteza de foraj a fost mărită; puterea de spălare a tălpii sondei a fost mai bună; operațiile de carotaj electric s-au efectuat în bune condiții; s-au dovedit a fi mai rezistente la contaminarea cu solide provenite prin avansarea sapei; este un sistem stabil și ușor de întreținut; mărește stabilitatea pereților puțului chiar la temperatură mai mare.

Întreținerea fluidelor utilizate a fost făcută destul de ușor, astfel:

— evitarea contaminării lui cu apă din toate sursele de alimentare (linie de alimentare, hidranți, beciul sondei);

— menținerea procentului emulsiei de motorină de 15—20%;

— detritusul provenit din avansarea sapei în teren a fost îndepărtat din noroi cu ajutorul sitelor vibratoare;

— gazeificările noroiului și pistonările pe gaură au fost observate la timp și s-au combătut prin adăugare de barită pînă la greutatea specifică necesară ținerii formațiunii în echilibru.

În concluzie, se recomandă ca acolo unde se traversează formațiuni dificile, ca: marne compacte cu intercalații de bentonită, formațiuni cu sare, brecii, ghipsuri și anhidrit, nisipuri cu ape sărate și gaze cu presiuni mari, marne care se umflă prin hidratare, brecii tectonice, nisipuri nestabile, formațiuni cu fisuri etc., pentru evitarea deranjării lor în gaura de sondă să se utilizeze de la început fluide de foraj emulsionate cu produse petroliere (motorină), care au dat satisfacție în acest sens.

Unele aspecte ale exploatării zăcămintelor de țiței din R.P.R.

Ing. GH. ALDEA

În intervalul de timp dintre anii 1950—1962, în industria extractivă de țiței din R.P.R. au fost aplicate atît procese de menținere de presiune cît și procese de recuperare secundară. În această perioadă accentul a fost pus pe aplicarea proceselor de menținere de presiune, datorită eficacității tehnico-economice mult mai mari a acestora. Astfel, menținerea de presiune s-a aplicat la toate zăcămintele noi la care acest lucru a fost posibil din punct de vedere tehnic, în timp ce recuperarea secundară s-a aplicat la un număr mai redus de obiective vechi.

În ultimul timp, problema aplicării metodelor de recuperare secundară a fost reanalizată și s-a trecut la îmbunătățirea substanțială a condițiilor de aplicare a acestor metode. Astfel, printre altele, s-a trecut la experimentarea prealabilă a proceselor de injecție în panouri, care să permită furnizarea de date cît mai complete cu privire la aplicabilitatea metodei pe scară industrială și s-a considerat oportun a se iniția procese de recuperare secundară cu sonde noi, săpate în condiții speciale. De asemenea, pentru intensificarea extracției din zăcămintele vechi s-a trecut la săparea de sonde noi în condiții speciale de deschidere a stratului, chiar în cazul în care nu s-a prevăzut aplicarea unui proces de injecție.

I. CARACTERISTICILE ZĂCĂMINTELOR DIN R.P.R.

În R.P.R., zăcămintele de țiței se găsesc în formațiunile daciene, meoțiene, sarmațiene, helvețiene, oligocene, cretacice și jurasice.

Dacianul este productiv în special în zona subcarpatică din Muntenia, în mare parte la adîncimi mici (în jurul a 500—800 m) și este constituit din nisipuri neconsolidate stratificate continuu.

Meoțianul, de asemenea productiv în zona subcarpatică din Muntenia, este constituit dintr-o serie de straturi separate hidrodinamic pe verticală, de permeabilități foarte diferite și avînd mai ales în complexele superioare un caracter marnos (zăcăminte stratificate continuu). Adîncimea este cuprinsă între 1 500 și 3 000 m.

Sarmațianul din Muntenia se prezintă sub forma unor zăcăminte stratificate discontinuu și cu lenticularizări, fiind situat la adîncimi de 1 500—2 800 m.

În Oltenia, în depresiunea getică și în platformă, sarmațianul este constituit din straturi uniforme, de mare permeabilitate, situate la adîncimi cuprinse între 1 300 și 1 600 m.

Helveținul din Muntenia este stratificat continuu, în general cu înclinări mari, ecranat de depozitele pliocene. În depresiunea getică se prezintă sub forma unor depozite groase, sub formă de anticlinale, formate din foarte multe straturi separate hidrodinamic, de permeabilitate foarte diferită.

Oligocenul se prezintă sub forma unor zăcăminte masive și este productiv în special în Moldova. Oligocenul are o permeabilitate redusă, roca fiind însă fisurată.

Cretacicul și jurasicul s-au dovedit productive în ultimul timp pe platformă, au grosimi reduse și sînt în general uniforme.

Toate zăcămintele din R.P.R. sînt puternic tectonizate, și, din această cauză, la marea majoritate n-a existat o avansare naturală de apă atît de importantă încît să permită menținerea presiunii.

Viscozitatea țițeiului are în general o valoare redusă de circa 1—10 cP, excepție făcînd cîteva zăcăminte descoperite recent, la care viscozitatea țițeiului este de ordinul sutelor și chiar miilor de cP.

Caracterul stratificat al majorității zăcămintelor și gradul mare de tectonizare al acestora fac ca exploatarea cu injecție să ridice probleme dificile, legate de dirijarea înaintării regulate a apei de diferite straturi, mai ales în cazul proceselor de recuperare secundară.

II. METODELE DE EXPLOATARE APLICATE

Particularitățile zăcămintelor din R.P.R. legate de tectonizarea acestora, de caracterul stratificat, continuu sau discontinuu, de existența, în unele cazuri, a fisurilor, de prezența apelor de fund și de faptul că s-au întîlnit țițeiuri saturate inițial au făcut necesară adaptarea metodelor de exploatare în condițiile respective, precum și elaborarea unor procedee noi de exploatare, a unor metode noi de prevedere și evaluare tehnico-economică a comportării zăcămintelor în cursul exploatării.

În cazul zăcămintelor noi, exploatarea acestora s-a făcut prin metoda menținerii presiunii prin injecție de apă sau gaz eextracontural. La zăcămintele vechi, metodele de recuperare secundară s-au aplicat, în general, tot extracontural.

În afara acestor metode clasice, în R.P.R. s-au studiat și aplicat noi metode. Astfel, s-a fundamentat posibilitatea exploatării optime a zăcămintelor noi cu menținerea presiunii la valori inferioare presiunii de saturație, s-a determinat posibilitatea aplicării metodei de intensificare a exploatării zăcămintelor de țiței prin mărirea presiunii diferențiale între zona sondelor de injecție și zona sondelor de reacție la zăcămintele cu apă de fund, s-au elaborat procedee perfecționate de prevedere pentru dislocuirea țițeiului de către apă în zăcămintele stratificate și metode noi de evaluare probabilistică a caracteristicilor fizice ale zăcămintelor. S-a adaptat condițiilor din R.P.R. și s-a aplicat metoda de intensificare a exploatării zăcămintelor prin apropierea conturului de alimentare de zona de exploatare, prin trecerea la injecție în apropierea conturului.

Aplicarea metodei de intensificare a exploatării prin apropierea conturului de alimentare de zona de exploatare, la zăcămîntul helvețian I de pe flancul nordic de la Țicleni, a dus la obținerea unui plus de producție care reprezintă peste 20% din totalul cantității de țiței produs și un venit important. Același procedeu, combinat cu mărimea diferenței de presiune între zonele de injecție și de exploatare, aplicat zăcămîntului sarmațian de la Cobia nord, a permis să se realizeze un plus de producție care reprezintă circa 19% din totalul cantității de țiței produs.

Prin mărirea diferenței de presiune între zona de injecție și de exploatare, în condițiile unui zăcămînt cu apă de fund, la sarmațianul VIII de la Țicleni, numai în decurs de doi ani s-au realizat un plus de producție de circa 15% din totalul cantității de țiței produs. Factorii actuali de recuperare (48—50%) obținuți la zăcămintele helvețian I și sarmațian VIII de la Țicleni au valori superioare tuturor valorilor realizate pînă în prezent.

Posibilitatea exploatării optime a zăcămintelor cu menținerea presiunii la valori inferioare presiunii de saturație a fost aplicată la zăcămintele sarmațiene de la Boldești, la care ritmul de exploatare a fost considerabil mărit, iar factorul de recuperare la apariția apei a avut valori de ordinul a 20—22%.

În ceea ce privește recuperarea secundară, metoda aplicată, pînă în ultima vreme, a fost injecția extraconturală în special de gaze și mai puțin de apă. De obicei, aplicarea pe scară industrială a unui proces de recuperare secundară se făcea pe baza rezultatelor bune în ceea ce privește posibilitatea de injectare și de creștere a debitului de producție, obținute la experimente-pilot. În general, exploatarea cu recuperare secundară se făcea prin sonde vechi așezate în gabarite neregulate.

În ultimul timp s-a trecut la experimentarea injecției de apă în panouri în cinci puncte, cu sondele de injecție situate în colțurile pătratului, care să furnizeze informații cu privire la: posibilitatea injectării agentului de lucru, posibilitatea obținerii unui debit mai mare,

obținerea unei cantități de țiței care să justifice cheltuielile făcute, consumul specific de apă.

Pe baza acestor experimente, injecția urmează să fie extinsă intracontural pe toată structura, prin sonde noi, în gabarite geometric regulate.

În plus, în anumite cazuri, pe unele structuri vechi exploatate de multă vreme prin sonde vechi care au debite reduse, s-a trecut la săparea unor noi gabarite care să asigure intensificarea extracției în condiții economice avantajoase.

III. PROCESE DE INJECȚIE APLICATE ȘI REZULTATELE OBȚINUTE

a) *Principalii indici ai operațiilor de injecție*

Înainte de război, în Romînia s-au făcut numai cîteva experimente de injecție de gaze în strat, care, din cauza condițiilor economice și tehnice existente atunci, nu au dat rezultate.

După naționalizarea mijloacelor principale de producție s-au reînceput operațiile de injecție de fluide în zăcămînt, iar în anul 1950 s-a realizat prima operație industrială, injectîndu-se gaze în zăcămîntul helvețian de la Teiș. Această operație este încadrată în categoria celor de recuperare secundară, deși a fost realizată într-un stadiu mai puțin avansat al exploatării și, prin urmare, poartă și caractere ale unei operații de menținere de presiune.

Din anul 1950 și pînă în prezent, amploarea activității de injecție a fluidelor în zăcămînt

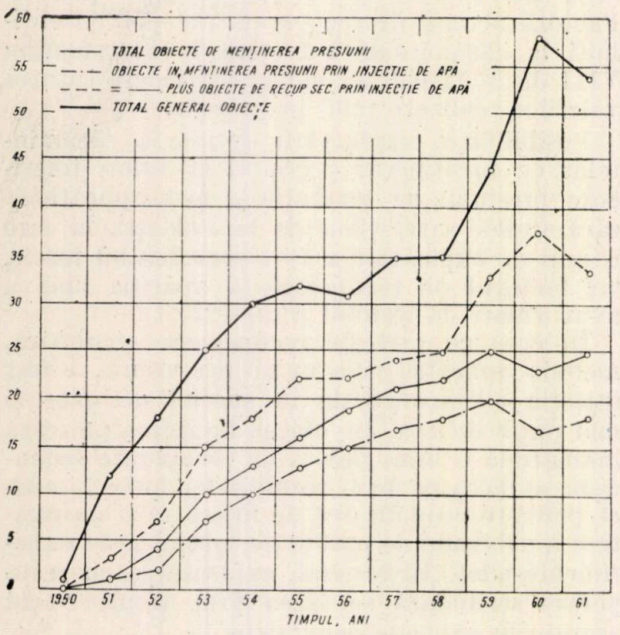


Fig. 1. Numărul obiectivelor supuse injecției de fluide.

a crescut continuu. În această privință se pot arăta următoarele :

— Numărul total al obiectivelor de injecție a ajuns în anul 1960 la cifra de 58, din care 23 de menținere de presiune (17 cu apă și 6 cu gaze) și 35 de recuperare secundară (14 cu apă și 21 cu gaze) (fig. 1).

— Raportul dintre numărul obiectivelor de menținere de presiune și de recuperare secundară a fost mai întîi subunitar, iar în anii 1955—1959 a devenit supraunitar ; în anul 1960 acest raport devine însă 0,66, ceea ce corespunde

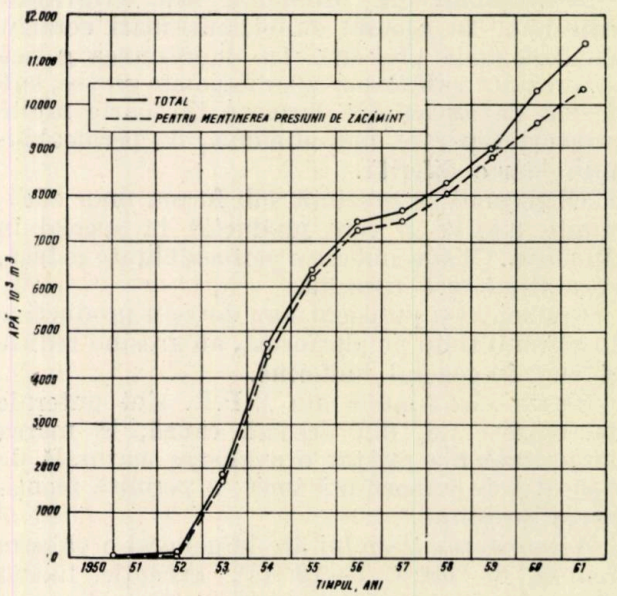


Fig. 2. Cantități de apă injectată anual.

unei intensificări a operațiilor de recuperare secundară începută în anul 1960 ; scăderea numărului de operații de recuperare secundară în 1961 se datorește opririi unor experimente, parte din ele urmînd a fi pregătite pentru extindere pe scară industrială.

Marea majoritate a operațiilor de menținere de presiune se realizează prin injecție de apă, în timp ce operațiile de recuperare secundară se realizează mai mult prin injecție de gaze. În cîteva obiective de menținere de presiune se injectează simultan apă și gaze (Tazlău, Podenii Vechi, Cobia nord). Printre motivele care au dus la această situație se poate cita și faptul că menținerea presiunii de zăcămînt cere de obicei presiuni de injecție ridicate.

— Cantitatea de apă injectată anual a crescut continuu, ajungînd în anul 1961 la peste 11,3 mil/m^3. Între anii 1955—1959, s-au injectat pentru menținerea presiunii între 97 și 99% din apa injectată ; numai în ultimii ani acest raport a scăzut la 93%, datorită intensificării injecției de apă pentru recuperarea secundară (fig. 2).

— Volumul de gaze injectate anual a atins un maximum în anul 1955, apoi a scăzut continuu în anul 1959, ridicîndu-se apoi din nou în anul 1961. Cauzele scăderii cantității de gaze injectate, în anii 1955—1959, au fost în principal reducerea injecției la cîteva obiective importante, din motive tehnice (scăderea extrac-

ţiei, creşterea raţiei gaze-ţiţei etc.) şi din motive economice, precum şi oprirea injecţiei la unele obiective mai mici din cauza lipsei de rezultate. Mărirea injecţiei de gaze, în anii 1959—1961, provine din extinderea acesteia la cîteva obiective noi de recuperare secundară. Raportul dintre cantităţile de gaze injectate pentru menţinerea presiunii şi recuperarea secundară a fost, în ultimul timp, de ordinul unităţii (fig. 3).

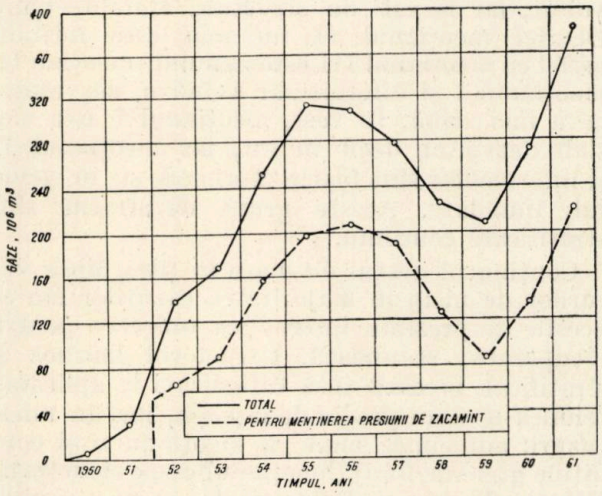


Fig. 3. Cantităţi de gaze injectate anual.

— Cantităţile de ţiţei extrase din obiectivele de injecţie au atins un maximum în anul 1956. Similar a variat şi raportul dintre ţiţeiul extras din obiectivele de injecţie şi producţia totală anuală a R.P.R., prezentînd un maximum de 40,4% în anul 1955, după care a scăzut la 26,8% în anul 1960, însă cu tendinţa de creştere spre sfîrşitul anului 1961. Acest lucru se datoreşte scăderii producţiei obiectivelor principale la care se aplică menţinerea de presiune, în special cu injecţie de apă, din cauza inundării sondelor din primele şiruri de reacţie; spre sfîrşitul anului 1960 s-a mărit extracţia, începîndu-se injecţia de apă şi gaze în cîteva obiective noi.

— Plusul de producţie atinge un maximum în anul 1955, în continuare plusul de producţie scade, după care creşte din nou, în anii 1960—1961.

— Cea mai mare parte a plusului de producţie a fost dată de obiectivele de menţinere de presiune (între 81 şi 93%), iar dintre acestea predomină obiectivele cu injecţie de apă (64—81%). Obiectivele de recuperare secundară au contribuit numai în proporţii care au variat între 19 şi 7% din totalul plusurilor de producţie anuale; rolul preponderent, în obţinerea plusului de producţie datorit recuperării secundare l-a avut injecţia de gaze.

— Pentru menţinerea presiunii, consumul de apă injectată pe tona de ţiţei extras total creşte de la 1,6 m^3/t în anul 1954 la 4,11 m^3/t în anul 1960, iar consumul de apă pe tona de ţiţei extras în plus are un maximum de 16,6 m^3/t în anul 1957, după care scade la 12,1 m^3/t în anul 1960. Consumul de gaze injectate a variat foarte mult în decursul timpului. În anii 1958—1960, consumul de gaze injectate pe tona de ţiţei extras total a fost de circa 300 Nm^3/t; consumul de gaze pe tona de ţiţei extras în plus a fost în anii 1958—1959 de circa 850 Nm^3/t, ridicîndu-se în anul 1960 la 1 835 Nm^3/t; creşterea din anul 1960 se datoreşte, în primul rînd, iniţierii în ultimii ani a unor noi procese de injecţie.

— Pentru recuperarea secundară, în perioada 1955—1959, consumul de apă injectată pe tona de ţiţei extras total a variat între 0,6 şi 2,0 m^3/t, iar consumul de apă injectată pe tona de ţiţei extras în plus a variat între 2,5 şi 7,6 m^3/t. Comparînd aceste cifre cu cifrele corespunzătoare pentru menţinerea presiunii, ar reieşi că recuperarea secundară a avut pînă în anul 1959 un efect economic mai mare decît menţinerea de presiune, ceea ce este anormal, avînd în vedere că majoritatea operaţiilor de injecţie a apei pentru recuperarea secundară, începute înainte de anul 1955, erau în anul 1959 terminate sau abandonate din lipsă de rezultate satisfăcătoare, iar operaţiile care se execută în prezent au fost aproape toate începute după luna mai a anului 1959, rezultatele lor fiind în curs de observare. Consumul de gaze injectate prezintă în perioada 1955—1960 variaţii foarte mari, fiind cuprins între 341 şi 885 Nm^3/t de ţiţei extras total şi între 847 şi 2 265 Nm^3/t de ţiţei extras în plus, cu tendinţa de creştere în anul 1961; deci, în general, consumurile sînt mai mari decît la menţinerea de presiune.

b) *Menţinerea de presiune*

Rezultatele cele mai bune s-au obţinut, aşa cum de altfel era de aşteptat, la zăcămintele uniforme, atît în ceea ce priveşte ritmul de exploatare cît şi factorii de recuperare. Zăcămintele stratificate discontinuu, de permeabilitate mare sau medie au dat de asemenea rezultate bune, în special în ceea ce priveşte ritmul de exploatare, însă recuperările obţinute, în prima fază, au fost mai mici. Acest lucru se datoreşte faptului că ţiţeiul nu a fost dislocuit din straturile de extindere limitată, care nu comunică cu straturile în care se injectează, din capetele de straturi care se efilează şi din zonele marnoase de permeabilitate mai mică, adiacente zonelor de trecere la marne. Exemplu tipic este zăcămîntul sarmaţian de la Boldeşti, unde pachete de straturi nisipoase de circa 40—50 m trec în marne pe o distanţă de numai 200—300 m. În acelaşi sens, însă într-o măsură mai mică, trebuie interpretate şi rezultatele obţinute la injecţia de apă în zăcămîntul sarmaţian de la Cobia nord.

La zăcămintele stratificate, formate din două sau mai multe straturi separate hidrodinamic, de permeabilități mult diferite între ele, rezultatele sînt mai slabe. Astfel, la zăcămîntul meoțian de la Cobia sud, la injecția de apă, acesta a avansat preferențial pe stratul mai permeabil și apa a apărut în sondele situate chiar în partea de sus a structurii, înainte ca stratul de permeabilitate mai mică să fi fost inundat.

O comportare asemănătoare este de așteptat și în cazul altor zăcăminte, cum ar fi helvețianul IV și III de la Țicleni, helvețianul de la Băbeni și în general la majoritatea zăcămintelor stratificate cu permeabilități diferite, mai ales că la aceste obiective numărul straturilor exploatate simultan este mare (5—7).

La zăcămintele stratificate de permeabilitate medie și mică, în afara dificultăților menționate, ritmul de exploatare nu poate fi menținut la un nivel foarte ridicat, ceea ce scade eficacitatea economică a procesului, datorită faptului că sondele mai depărtate de sondele de injecție nu reacționează decît după ce presiunea în acestea a scăzut mult, respectiv după un timp îndelungat de la începerea procesului (în unele cazuri cîțiva ani).

În cazul zăcămintelor din Moldova, constituite din gresii fisurate, rezultatele obținute sînt bune.

Din obiectivele la care se aplică procese de menținere de presiune s-au extras pînă la data actuală 19,3% în medie din rezervele inițiale, urmînd a se mai extrage încă 20,7%, respectiv să se realizeze un factor de recuperare mediu de 40%.

Față de rezultate obținute, apare clar că în R.P.R. menținerea de presiune prin injecție de apă și gaze a dus la rezultate bune și foarte bune, comparativ cu nivelul tehnicii mondiale în acest domeniu.

c) *Recuperarea secundară*

În general, zăcămintele vechi sînt de vîrstă daciană sau meoțiană, și, prin urmare, recuperarea secundară se aplică, în special, la aceste formațiuni. Dacianul este productiv așa cum s-a mai arătat în special în zona subcarpatică din Muntenia și este împărțit, în general, în patru grupe de nisipuri notate de sus în jos grupa I, grupa a II-a, Moreni și drăder, acesta din urmă fiind împărțit în drăder I, drăder II și drăder III. Format din nisipuri slab consolidate, de permeabilitate mare și situat la adîncimi mici, dacianul a fost exploatat de foarte mult timp, în general, printr-un număr foarte mare de sonde. În zonele cu înclinare mare, curgerea gravitațională a favorizat, în timp, obținerea unor factori de recuperare apreciabili, ceea ce face ca, la data actuală, acest obiectiv să aibă un conținut redus de țiței, mai ales în partea superioară a structurii. Ca obiectiv pentru recuperarea secundară, dacianul prezintă interes datorită adîncimii reduse, dar conținutul redus de țiței, viiturile de nisip și caracterul marnos și stratificat sînt factori negativi pentru aplicarea unui astfel de proces.

Meoțianul este, în general, constituit din patru grupe de straturi nisipoase, denumite de sus în jos M I, M II, M Int. și M III. Dintre acestea, meoțianul III este cel mai bine dezvoltat, iar la est de structura Moreni—Gura Ocniței meoțianul II nu mai este întîlnit, astfel că meoțianul III este denumit meoțian II, meoțianul I și intermediar avînd o dezvoltare ceva mai slabă. În vest, meoțianul I este mai slab dezvoltat decît în est, iar meoțianul II și intermediar sînt foarte marnoase și, în general, inundate. Aceste grupe de straturi sînt stratificate continuu.

Conținutul destul de mare în țiței, lipsa viiturilor de nisip în majoritatea cazurilor fac ca acesta să prezinte interes ca obiectiv pentru recuperarea secundară. Caracterul marnos și stratificat creează însă dificultăți la aplicarea tehnică a unui proces de injecție, iar, în unele cazuri, adîncimea mare a meoțianului și condițiile grele de foraj (meoțianul de pe structurile Băicoi—Țintea și Boldești) fac ca costul unui proces de injecție aplicat în condiții bune să fie mare.

În cazul dacianului se efectuează opt procese de recuperare secundară, dintre care șapte cu gaze și unul cu apă. Injecția de gaze în șase cazuri se face extracontural.

Majoritatea sondelor de injecție și reacție sînt sonde vechi recondiționate, amplasate neregulat pe structură, lucru care, împreună cu lipsa sondelor noi, a făcut ca sistemul aplicat, în general, să fie injecția extraconturală. Investigații sau experimente prealabile nu au fost executate.

Patru procese pot fi considerate bune, plusul de producție reprezentînd 30—90% din cantitatea de țiței extrasă de la începerea injecției. În celelalte cazuri calificarea proceselor este prematură. Într-un caz, și anume la drăderul III de la Ochiuri, injecția s-a făcut intracontural, prin sonde noi, rezultatele fiind foarte bune.

În cazul unor experimente de recuperare secundară, care au fost utilizate între anii 1951 și 1955, în urma injecției extraconturale de apă, la dacianul de la Băicoi s-a produs o inundare neregulată a sondelor vechi din apropierea sondelor de injecție. În alte cazuri, gazele injectate s-au canalizat pînă la suprafață prin sondele vechi necimentate și, ca urmare, procesul a fost oprit și nu se consideră utilă reluarea lui.

La dacianul de la Ochiuri nord injecția de apă poate fi reluată prin sonde noi, motivul principal al opririi fiind lipsa de sonde amplasate în mod corespunzător pe structură.

La meoțian se efectuează șase procese industriale de injecție, la care, cu excepția meoțianului II de la Boldești, se injectează gaze extracontural. Sondele sînt în general vechi, iar gabaritele neuniforme. Exceptînd meoțianul II de la Băicoi nord, pentru care rezultatele au fost bune, în restul cazurilor nu s-au obținut încă rezultate bune, două procese de injecție fiind începute de numai un an.

În prezent se efectuează procese experimentale la 11 obiective.

În cinci cazuri se injectează apă extracontural, în două cazuri se injectează apă intracontural, în trei cazuri se injectează gaze intracontural, și într-un caz se injectează gaze extracontural. Timpul scurt de aplicare a acestor experimente nu permite să se tragă o concluzie satisfăcătoare în ceea ce privește rezultatele obținute. Majoritatea experimentelor s-a făcut prin sonde vechi și este probabil ca, în unele cazuri, să fie necesar un control al acestora.

La meoțian în șase cazuri procesele au fost oprite, întrucît s-a dovedit existența unei avansări naturale a apei sau gazelor, într-un caz au existat în zona productivă exploatări carbonifere, iar într-un alt caz situația tehnică a sondelor a fost total necorespunzătoare. Aceste procese nu se consideră necesar a fi reluate.

În alte formațiuni se efectuează un proces industrial de injecție de gaze cu rezultate bune la helvețianul de la Teiș, unde se estimează că se vor mai extrage importante cantități de țiței în plus,iar experimente de injecție, inițiate recent, au loc la oligocenul de la Bușteneri și Zemeș și helvețianul de la Ochiuri—Gorgota.

Ținînd seama de cele arătate, rezultă că procesele de recuperare secundară realizate pînă la data actuală, folosind sonde vechi și gabarite neregulate fără săparea de sonde noi, nu au dus la rezultate comparabile cu cele obținute la menținerea presiunii. Multe dintre procesele oprite nu s-au datorat inaplicabilității unui proces de recuperare secundară, ci lipsei de sonde, lipsei de control asupra desfășurării procesului. Din această cauză, la șapte obiective s-au săpat sau sînt în curs de săpare panouri experimentale de injecție de apă în cinci puncte, iar la opt obiective se sapă gabarite noi de exploatare cu posibilități de aplicare a unor procese de injecție intraconturală de apă.

În ceea ce privește eficacitatea economică a proceselor de injecție, studiile economice efectuate au arătat că procesele de menținere de presiune au o eficacitate mare. Astfel, la zăcămîntul helvețian de pe flancul nordic de la Țicleni, care este exploatat numai prin opt sonde, s-a obținut numai pînă la data actuală un plus de producție de peste 20% din totalul cantității de țiței produs și un important venit net. Venitul net s-a calculat față de prețul de valorificare a produselor petroliere provenite din țițeiul extras din acest zăcămînt la distilarea primară. La alte zăcăminte, cum ar fi oligocenul de la Tazlău—Moinești, sarmațianul de la Boldești, sarmațianul de la Cobia nord, prețul de cost al țițeiului a fost redus față de cazul exploatării fără injecție.

La zăcămintele noi, exploatate cu menținere de presiune, prețul de cost este inferior prețului mediu de cost și de valorificare pe țară, care include și costul ridicat al exploatării zăcămintelor vechi de productivitate redusă.

Nu același lucru se poate spune și despre procesele de recuperare secundară. Dacă în unele cazuri, de exemplu la meoțianul II de la Băicoi nord, s-a realizat un important venit net față de prețurile de valorificare actuale prin distilare primară, acest lucru se datorește faptului că procesul a fost realizat prin sonde vechi, cu gaze de înaltă presiune extrase din alte zăcăminte. În alte cazuri însă, valoarea absolută a plusului de producție este redusă.

În cazul realizării unor procese de recuperare secundară de mare amploare, este necesară săparea de sonde noi, ceea ce duce la o mărire substanțială a prețului de cost, în general peste valoarea prețului mediu și de valorificare la distilarea primară pe piața internă.

Întrucît prețul mediu de cost provine din media prețurilor de cost mici ale țițeiurilor provenite din zăcămintele noi și cele mari ale țițeiurilor provenite din zăcămintele vechi de productivitate redusă, iar prețul de valorificare este stabilit ținîndu-se cont de prețul de cost mediu al țițeiului, nu se poate trage concluzia directă că aplicarea proceselor de recuperare secundară nu este rentabilă.

*

În afară de metodele de exploatare amintite, au fost efectuate cercetări pentru mărirea factorului de recuperare și în cazul zăcămintelor cu țițeiuri cu viscozitate mare prin aplicarea unor procedee noi sau prin îmbunătățirea procedeelor existente. Astfel, s-a fundamentat posibilitatea măririi factorului de recuperare prin injectarea de apă cu viscozitate mărită, prin injecția alternativă de apă și gaze și refacerea zăcămintelor inundate prin segregarea gazelor injectate jos pe structură. Aceste metode originale, experimentate în laborator, se consideră de perspectivă și urmează să fie aplicate industrial.

De asemenea, pentru țițeiuri grele, urmează să se experimenteze combustia subterană. În acest scop, a fost construit și verificat aprinzătorul de strat.

În ceea ce privește dislocuirea miscibilă, în prezent se cercetează posibilitățile de aplicare experimentală a acestei metode la un obiectiv adecvat.

Contribuţie la calculul solicitărilor din prăjinile de pompare

Dr. ing. M. GELLER

Într-un articol precedent* s-a arătat care este influenţa unei excentricităţi a cepului prăjinilor de pompare faţă de corpul acestora. Momentele de flexiune care iau naştere din aceste excentricităţi sînt, practic vorbind, nule aproape pe toată lungimea prăjinii şi cresc rapid la capete, creînd astfel puncte de slabă rezistenţă în aceste zone.

Lucrarea citată mai sus s-a limitat însă numai la corpul prăjinii. Evident, excentricitatea afectează însă şi cepurile prăjinilor. Acestea au de suportat momente de flexiune mai puternice decît la corp, în schimb însă ele au secţiuni mai mari, astfel nu se poate spune de la început dacă efectul este mai grav sau mai puţin grav decît la corp.

Pentru cunoaşterea solicitărilor efective ale cepurilor, trebuie examinată şi o a doua problemă, cu totul specifică acestora, şi anume aceea a solicitărilor decurgînd din suprapunerea sarcinii cu înşurubarea forţată în manşoane.

1. Momentul de flexiune $P\varepsilon$ care se produce atunci cînd forţa de tracţiune P lucrează cu excentricitatea ε determină în cep solicitări adiţionale de flexiune σ_f care se suprapun peste acelea, σ_a, decurgînd din forţa axială centrică. Dacă în fundul fileturilor cepului diametrul este d_4 (v. STAS 329), σ_f va fi $= P\varepsilon\frac{32}{\pi d_4^3}$. Forţa axială $P = \frac{\pi d_4^2}{4} \cdot \sigma_a$, aşa încît $\frac{\sigma_f}{\sigma_a} = 8\,\frac{\varepsilon}{d_4}$. Valoarea excentricităţii ε este limitată de STAS 329 — 61 la $\frac{1}{40}$ din diametrul d al prăjinii la corp. Reiese astfel:

$$\frac{\sigma_f}{\sigma_a} = \frac{1}{5}\,\frac{d}{d_4}.$$

Valorile acestui raport pentru cele patru dimensiuni uzuale sînt următoarele :

	5/8″	3/4″	7/8″	1″
d	16	19	22	25
d_4	20,7	23,9	27,0	31,5
$\frac{d}{d_4}$	0,775	0,795	0,815	0,785

* „Consideraţii asupra solicitării prăjinilor de pompare" În: Petrol şi gaze nr. 2, 1959.

Cu aceasta raportul $\frac{\sigma_f}{\sigma_a}$ reiese a avea valorile 15,5, 15,9, 16,3 şi 15,7 %.

Comparînd aceste cifre cu cele obţinute pentru corpul prăjinilor se constată că efectul excentricităţii este puţin diferit de acela de la corp.

Pentru valori ε mai mari decît $\frac{d}{40}$, raportul $\frac{\sigma_f}{\sigma_a}$ va fi corespunzător mai mare. Realitatea este că ε a fost găsit în numeroase cazuri, atît la prăjini rupte cît şi la altele noi, sensibil dincolo de limita prescrisă.

Cum însă forţele axiale sînt aceleaşi la corp şi la cep, influenţa peiorativă a excentricităţii nu se manifestă decît la primul, datorită secţiunii mult mai slabe decît la cep.

Deci dacă se pune întrebarea care este cauza ruperilor de cepuri, care în ultimul timp au devenit sensibil mai frecvente, răspunsul este că ele nu pot fi atribuite excentricităţilor. Explicaţia trebuie deci căutată în altă direcţie.

2. Cepurile nu se deosebesc de corp numai prin poziţia şi dimensiunile lor, ci şi prin filetare, ceea ce creează posibilitatea producerii unor eforturi interne printr-o înşurubare forţată.

O astfel de înşurubare echivalează cu împingerea în sus a unui corp rigid pe un plan înclinat, înaintarea fiind oprită de reacţiunea unui obstacol orizontal (fig. 1). Numim V această

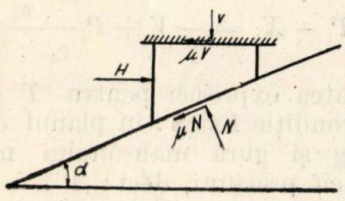


Fig. 1.

reacţiune verticală. Reacţiunea planului înclinat, perpendiculară pe acesta, o reprezentăm prin N. Dacă forţa orizontală de împingere este H, trebuie să existe echilibru între H,V,N şi frecările μV şi μN îndreptate în sens opus tendinţei de înaintare.

Din condiţiile de echilibru:

$$V = N\cos\alpha - \mu N\sin\alpha \qquad (1)$$

$$H = \mu V + N\sin\alpha + \mu N\cos\alpha \qquad (2)$$

se obţine:

$$N = \frac{H}{\sin\alpha + 2\mu\cos\alpha - \mu^2\sin\alpha} \qquad (3)$$

$$V = \frac{H(\cos\alpha - \mu\sin\alpha)}{\sin\alpha + 2\mu\cos\alpha - \mu^2\sin\alpha.} \qquad (4)$$

Unghiul de înclinare α al planului faţă de orizontală reiese din relaţia:

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{h}{\pi d_0} \qquad (5)$$

unde h este pasul de filet = 2,54 mm (acelaşi pentru toate dimensiunile), iar d_0 = diametrul flancurilor la cep (v. STAS 329—61).

În tabela 1 sînt trecute valorile d_0 şi α pentru dimensiunile uzuale, precum şi alte date numerice de care vom face uz mai tîrziu.

Unghiul α reiese a fi foarte mic, aşa încît se poate scrie $\sin\alpha = \operatorname{tg}\alpha$. Cum coeficientul de frecare μ este de asemenea mic, suprimăm termenii $\mu\sin\alpha$ şi $\mu^2\sin\alpha$. Introducînd şi $\cos\alpha = 1$, obţinem:

$$N = V = \frac{H}{\sin\alpha + 2\mu}. \qquad (6)$$

Forţa H este egală cu $\frac{M}{d_0}$, unde M este momentul de înşurubare (kg/mm). Introducînd pe μ cu valoarea uzuală 0,1, se obţine

$$V = \frac{M}{d_0(\sin\alpha + 0{,}20)}. \qquad (7)$$

În tabelă sînt trecute valorile lui V sub presupunerea că momentul de înşurubare este M = 20 kgm = 20 000 kgmm. Numim V_{20} acest V.

Suprafaţa de contact dintre pragul cepului şi gura manşonului este o coroană inelară, cu diametrele $d_2 = 1{,}6$ şi d_{11} (cu reprezentările din STAS 329). Suprafaţa acestui inel S_i (mm²) este indicată în tabelă. Presiunea specifică de înşurubare p_{20} (kg/mm²) pentru momentul M = 20 kgm, deci $\frac{V_{20}}{S_i}$, este indicată în tabelă.

Asupra valorilor efective ale lui M, deci şi ale lui p, vom reveni mai jos. Aici este locul de a semnala considerabila diferenţă dintre valorile p, dacă se exercită acelaşi moment de înşurubare la toate dimensiunile.

Tabela 1

Prăjina	d_0 mm	tg α	sin α + 0,20	$\frac{d_0}{(\sin\alpha+0{,}20)}$ mm	V_{20} kg	$d_2 - 1{,}6$ mm	d_{11} mm	S_i mm²	p_{20} kg/mm²	$\frac{\rho_c}{\rho_c+\rho_m}$	$\frac{\rho_m}{\rho_c+\rho_m}$
5/8″	22,2	0,036	0,236	5,25	3 800	33,4	28,7	229	16,6	0,664	0,336
3/4″	25,3	0,032	0,232	5,88	3 400	35,4	31,8	245	13,8	0,624	0,376
7/8″	28,5	0,028	0,228	6,50	3 080	41,4	35,0	384	8,1	0,616	0,384
1″	33,3	0,024	0,224	7,45	2 680	49,4	39,8	670	4,0	0,645	0,355

Presiunea V, care se exercită asupra gurii manşonului, duce la o solicitare de tracţiune a cepului. Se pune întrebarea dacă şi în ce măsură această solicitare se suprapune cu cea din tracţiune axială.

Sistemul cep—manşon este static nedeterminat, căci se pot transmite forţe de la unul la altul atît prin filetaj cît şi prin suprafaţa de contact de la umărul cepului. Pentru simplificare vom înlocui contactul dintre filetajele celor două piese printr-unul singur de la vîrful cepului. Vom considera deci cepul şi manşonul solidare atît în acest punct cît şi în acela de contact presat de la prag (acesta din urmă însă condiţionat, aşa cum va reieşi din cele ce urmează).

Denumim X_a forţa de legătură dintre vîrful cepului şi punctul corespunzător al manşonului şi considerăm pe X_a pozitiv cînd el determină în cep o solicitare de tracţiune (în manşon deci una de compresiune). Sistemul static determinat se obţine prin desfacerea acestei legături.

În figura 2 este reprezentat, la punctul a, sistemul real (l = lungimea cepului, F_m = secţiunea manşonului, F_c = secţiunea cepului),

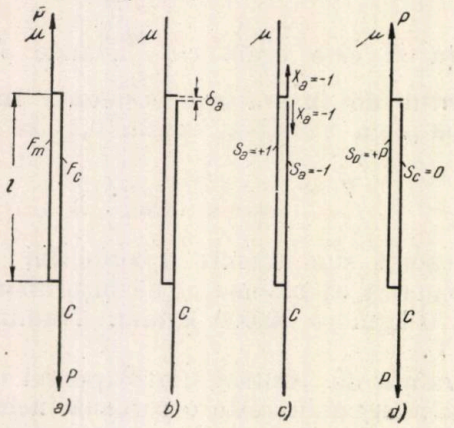


Fig. 2.

la punctul b sistemul static determinat, dar fără forţe, la punctul c solicitarea cu $X_a = -1$ şi la punctul d aceea cu P, în ambele cazuri la sistemul static determinat. Aplicînd legea lucrului mecanic virtual pentru încărcarea virtuală cu $X_a = -1$ şi pentru deformaţiile efective, vom avea, dacă în punctul de atac al forţelor X_a există jocul δ_a (corespunzător fig. 2, b, deci cu o sublungime a cepului):

$$-\overline{1}\cdot\delta_a = \Sigma\,\overline{S}\cdot\Delta s \qquad (8)$$

(semnul negativ arată că forţa $X_a = -1$ efectuează un lucru negativ). Cum în manşon $S_a = +1$, $S_0 = +P$, iar în cep $S_a = -1$, $S_0 = 0$, din relaţia de mai sus, în care înlocuim Δs prin $\frac{Sl}{EF}$, iar S prin $S_0 - X_a S_a$, se obţine:

$$X_a = \frac{\delta_a}{\rho_m + \rho_c} + P\frac{\rho_m}{\rho_m + \rho_c} \qquad (9)$$

unde:

$$\rho_m = \frac{l}{EF_m} \qquad \rho_c = \frac{l}{EF_c} \qquad (10)$$

În cazul că $P = 0$ se obţine $X_a = \frac{\delta_a}{\rho_m + \rho_c}$. Cine este însă δ_a?

Să examinăm jocul de forţe în cazul unei înşurubări forţate cu momentul M. Efectul este exercitarea unei presiuni V pe faţa de contact dintre cep şi manşon. La celălalt punct de conexiune dintre cep şi manşon se vor produce reacţiuni care vor ţine echilibrul acestor forţe V. Este uşor de văzut că cepul va fi supus unei tracţiuni egale cu V, iar manşonul unei compresiuni tot atît de mari. În această stare de tensiune ambele lungimi sînt egale, dar dacă am desface legătura de la vîrful cepului, acesta nemaifiind tensionat cu V, s-ar scurta cu $V\rho_c$, iar manşonul, nemaifiind comprimat cu V s-ar lungi cu $V\rho_m$. În starea cu legătura desfăcută am avea astfel o decalare egală cu $V(\rho_c + \rho_m)$. Aceasta este egală cu δ_a. Rezultă astfel:

$$X_a = V + P\frac{\rho_m}{\rho_m + \rho_c} \qquad (11)$$

La celălalt punct de legătură dintre cep şi manşon vor lucra reacţiuni pentru a stabili echilibrul forţelor P şi X. Asupra cepului va lucra o forţă de tracţiune T îndreptată deci în sus, şi anume de mărimea:

$$T = P - X_a = -V + P\frac{\rho_c}{\rho_c + \rho_m}. \qquad (12)$$

Valabilitatea expresiei pentru T este limitată de o condiţie fizică: în planul de contact dintre prag şi gura manşonului nu se pot exercita decît presiuni, deci:

$$T \leqslant 0, \qquad (13)$$

adică trebuie să avem:

$$P\frac{\rho_c}{\rho_c + \rho_m} \leqslant V. \qquad (14)$$

În momentul cînd se realizează egalitatea, T devine egal cu zero, iar pentru un P mai mare, T devine inexistent, şi sistemul care pînă acum era static nederminat devine determinat. El este deci de tipul denumit „cu rezemare variabilă” *.

Reprezentăm prin K diferenţa dintre V şi $P\frac{\rho_c}{\rho_c + \rho_m}$, deci:

$$V = K + P\frac{\rho_c}{\rho_c + \rho_m}. \qquad (15)$$

* A se vedea articolul dr. ing. M. Geller, „*Beitrag zur Theorie der veränderlich gegliederten und gestützten Systeme*” în revista „Der Eisenbau”, august, 1922.

Introducînd în (11) se obţine :

$$X_a = K + P\,\frac{\rho_c}{\rho_c + \rho_m} + P\,\frac{\rho_m}{\rho_c + \rho_m} = K + P. \tag{16}$$

În domeniul de existenţă a lui T, deci $0 \leqslant P\,\frac{\rho_c}{\rho_c + \rho_m} \leqslant V$, solicitarea la tracţiune a cepului (forţa X_a) este mai mare decît sarcina P, şi anume cu forţa K.

Variaţia lui K este liniară în domeniul indicat mai sus, căci V este o constantă dată, singura variabilă fiind P. Se obţine astfel următoarea reprezentare grafică a variaţiei forţei axiale din cep : pe o axă orizontală se trec sarcinile axiale efective $= P$. Prin originea O se duce o dreaptă OD sub 45°. Pe axa orizontală se ia $OB = V\frac{\rho_c + \rho_m}{\rho_c}$, iar pe cea verticală $OA = V$ (fig. 3). În B se ridică ver-

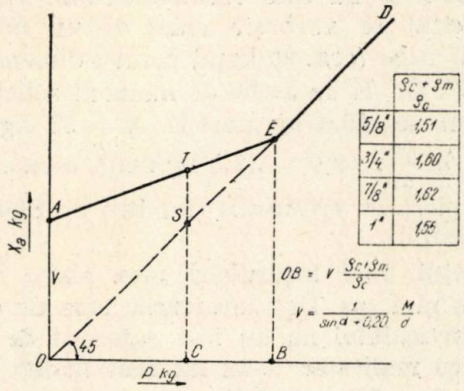


Fig. 3. Variaţia forţei de tracţiune X_a din cep în funcţie de sarcina P din prăjină.

ticala BE şi se uneşte E cu A. Forţele de tracţiune X_a din cep sînt cuprinse între linia frîntă AED şi orizontală, aşa cum reiese din relaţiile următoare :

$$\frac{TS}{OA} = \frac{CB}{OB} = \frac{OB - P}{OB} = 1 - \frac{P}{OB}$$

$$TS = OA\left(1 - \frac{P}{OB}\right) = V - \frac{VP}{V\,\frac{\rho_c + \rho_m}{\rho_c}} =$$

$$= V - P\,\frac{\rho_c}{\rho_c + \rho_m} = K,$$

deci : $TC = P + K$. Dincolo de punctul B tracţiunea $X_a = P$. Pentru trasarea diagramei trebuie să cunoaştem valoarea lui V, respectiv a lui M. Lungimea OB reiese a fi suficient de precisă, ca 1,5 V, după cum reiese din tabela pentru raportul $\frac{\rho_c + \rho_m}{\rho_c}$ conţinută în figura 3. Acest raport are valoarea $1 + \frac{F_c}{F_m}$.

La întrebarea pusă iniţial cu privire la suprapunerea eforturilor de tracţiune din cep putem da acum un răspuns : o suprapunere (deşi nu în sensul unei simple adunări) are loc atunci cînd raportul $\frac{M}{d_0(\sin\alpha + 0{,}20)}$ (care este $= V$) este mai mare decît $\frac{1}{1{,}5}P = \frac{2}{3}P$. În caz contrar, deci cînd P este mai mare, efectul lui M este nul, căci alungirea cepului duce la o dezlipire a manşonului de pragul cepului.

Pentru calculul numeric al forţei de tracţiune X_a din cep este necesar să cunoaştem valoarea lui V, care este proporţională cu momentul de înşurubare.

Asupra acestui moment dispunem de anumite constatări experimentale. Într-un articol din World Oil* (dec. 1960) se arată, pe bază de încercări cu solicitări pulsatorii, că pentru dimensiunea de 7/8" la strîngerea cu un moment $M = 150$ ftlbs = circa 20 kgm toate ruperile constatate la încercări s-au produs în cepuri. Dacă momentul creşte la $M = 400$ ftlbs = circa 53 kgm, se prezintă într-o înaltă proporţie şi ruperi în alte zone (la corp şi în pătratul de cheie), iar la $M = 650$ ftlbs = circa 90 kgm numai 13 % din ruperi se mai produc în cepuri.

Într-o notiţă a acestui articol se menţionează o altă recomandare, şi anume de ceva peste 500 ftlbs = circa 67 kgm (tot pentru 7/8").

Desenînd diagrama pentru X_a cu $M = 53$ kgm obţinem $OA = \frac{53\,000}{6{,}5} = 8\,160$ kg ;

$OB = 8\,160 . 1.6.2 = 13\,200$ kg.

Deci, efectul momentului de înşurubare $M = 53$ kgm se va face atît timp resimţit la cepul de 7/8" cît sarcina P a prăjinii va fi $< 13\,200$ kg. Or, secţiunea la corp a prăjinii de pompare de 7/8" este de 382 mm², deci atît timp cît în prăjină $\sigma < \frac{13\,200}{383}$, adică $\sigma < 34{,}7$ kg/mm², solicitarea cepului va fi influenţată de momentul de strîngere $M = 53$ kgm. Cum σ este întotdeauna $< 34{,}7$ kg/mm², *aceasta înseamnă că în toate cazurile trebuie introdus în calcul efectul lui M.*

Pentru un $M > 53$ kgm efectul ar fi şi mai pronunţat. Din motive practice însă considerăm că nu este locul de a se merge cu M sensibil peste 50 kgm.

Menţinînd valoarea lui M la 53 kgm şi socotind cu un $\sigma = 20$ kg/mm² în corpul prăjinii, deci cu $P = 20\,382 = 7\,640$ kg se obţine $X_a = 11\,100$ kg (TC din figura 3). Cum cepul 7/8" are (în fundul fileturilor) secţiunea de 570 mm², solicitarea specifică reiese a fi $\frac{11\,100}{570} = 19{,}6$ kg/mm², în timp ce fără efectul momentului de înşurubare solicitarea n-ar fi decît $\frac{7\,640}{570} = 13{,}4$ kg/mm². Înşurubarea forţată sporeşte astfel solici-

* Intitulat *„How to reduce high tensile sucker rod point failures"*.

tarea cu circa 46,0%. Cifra de 19,6 kg/mm² nu este însă neliniştitoare, rezistenţa la oboseală (fără coroziune) fiind sensibil mai înaltă.

zător de înşurubare va fi $M = Vd_0 (\sin \alpha + 0{,}20)$, ultimii doi factori fiind cei din tabela 1.

Valorile numerice sînt conţinute în tabela 2.

Tabela 2

Prăjina	F_c mm²	F_p mm²	$P = F_p\ 20$ kg	$\eta = \frac{\rho_c + \rho_m}{\rho_c}$	$\frac{P}{\eta}$ kg	$F_c\ 19{,}6$ kg	$V = F_c\ 16{,}6 + \frac{P}{\eta} - P$ kg	$d_0 (\sin \alpha + 0{,}20)$ mm	$M = V d_0 (\sin \alpha + 0{,}20)$ kg mm	p kg/min
5/8″	339	201	4 020	1,51	2 660	6 650	5 290	5,25	27 700	23,0
3/4″	450	271	5 420	1,60	3 380	8 810	6 770	5,88	40 000	27,6
7/8″	570	382	7 640	1,62	4 710	11 110	8 180	6,50	53 000	21,5
1″	790	492	9 840	1,55	6 350	15 500	12 010	7,45	90 000	18,0

Momentele de înşurubare nu pot fi, evident, aceleaşi pentru toate dimensiunile. Folosindu-ne însă de rezultatele experimentale amintite mai sus, putem determina aceste momente plecînd de la condiţia ca solicitarea din cepuri să fie aceeaşi în toate cazurile. Baza de calcul reiese din relaţiile care urmează.

Din figura 2 reiese că solicitarea axială a cepului $\sigma_a = \frac{SP}{F_c} = \frac{ST + P}{F_c}$. Însă forţa P este $F_p\ \sigma_p$, unde F_p = secţiunea prăjinii la corp, iar σ_p solicitarea = cca. 20 kg/mm². Dacă reprezentăm prin η raportul $\frac{\rho_c + \rho_m}{\rho_c}$, atunci $OB = \eta V$. Lungimea TS reiese a fi $= \frac{V}{OB}(OB - OC) = V\left(1 - \frac{OC}{OB}\right) = V - \frac{P}{\eta}$, iar forţa totală de tracţiune $TC = TS + SC = V - \frac{P}{\eta} + P$. Solicitarea la tracţiune va fi $\left(V - \frac{P}{\eta} + P\right)\frac{1}{F_c}$. Această solicitare trebuie să fie la toate prăjinile aceeaşi ca la cele de 7/8″ sub efectul momentului de înşurubare $M = 53$ kgm, deci $= 19{,}6$ kg/mm². Pentru fiecare dimensiune trebuie deci să avem $\left(V - \frac{P}{\eta} + P\right)\frac{1}{F_c} = 19{,}6$ kg/mm², de unde $V = 19{,}6\ F_c - P + \frac{P}{\eta}$. Momentul corespun-

Luarea în consideraţie a excentricităţii nu ar influenţa decît slab rezultatele, deoarece numai o parte a solicitării este proporţională cu valoarea lui ε.

O depăşire în plus a momentelor calculate în tabela 2 nu este recomandabilă. În articolul citat se vorbeşte chiar de un moment de 650 ftlbs (cca. 90 kgm) pentru dimensiunea de 7/8″. Or, la un astfel de moment solicitarea, care era de 19,6 kg/mm² la $M = 53$ kgm, ar creşte la $\frac{90}{53}$. 19,6 = 33,5 kg/mm², ceea ce pentru o piesă cu crestături (funduri de filet) este inadmisibil.

Efectul unei înşurubări prea slabe a fost descris mai sus. Deşi încercările care au stat la baza articolului nu au fost suficient de apropiate cu realitatea (s-au încercat bucăţi foarte scurte de prăjini) şi deşi unele date importante lipsesc (de exemplu excentricitatea cep—corp), recomandările pot fi considerate a fi de valoare practică. Este cert că o înşurubare prea slabă este periculoasă, deşi poate nu în măsura descrisă în acel articol. Ruperile relativ frecvente survenite în ultimul timp pot fi atribuite acestei insuficienţe. Este de aşteptat ca punerea în aplicare a momentelor din tabela 2 să ducă la o suprimare a acestor ruperi.

Regulatoare de nivel în separatoare gaze—țiței, de tip laminar

Ing. C. EVGHENIDE,

ing. I. IACOB,

ing. S. SOCOL

Pentru a se putea realiza practic un sistem de control tehnologic centralizat și de automatizare completă a procesului de extracție a țițeiului este necesară o serie de aparate și dispozitive, printre care se pot menționa : teledinamometrul pentru sondele în pompaj, aparatul pentru măsurarea continuă și direct pe conductă a conținutului de apă în țiței, debitmetrele volumetrice prevăzute cu transmisie la distanță, regulatorul de nivel în separatoarele gaze—țiței, indicatorul de nivel, dispozitivele mecanice automate de deparafinare a țevilor de extracție sau dispozitivele de deparafinare electrotermică etc.

Dacă unele dintre aceste aparate pot lipsi încă în etapele inițiale ale introducerii telecontrolului în schelele noastre, în schimb altele sînt necesare chiar de la primele începuturi, cum ar fi de exemplu regulatorul de nivel în separatoarele gaze—țiței.

Menținerea nivelului de lichid în separatoarele gaze—țiței între anumite limite de înălțime este necesară pentru a împiedica intrarea țițeiului în colectorul de gaze și trecerea gazelor prin conducta de țiței în rezervor. Totodată, prin aceasta se asigură înălțimea de cădere a amestecului, necesară realizării separării gazelor de țiței.

În prezent, în schelele din R.P.R. se utilizează în mod curent pentru reglarea nivelului din separatoare două tipuri de regulatoare de nivel : unul mecanic, altul pneumatic, ambele STAS 911-50. Principiul de funcționare a regulatorului mecanic constă în variația gradului de deschidere a unei supape de reglare, în funcție de variația înălțimii de lichid din separator. Comanda supapei se face printr-un sistem de pîrghii de către un plutitor montat în separator. Acest plutitor urmărește fidel variația nivelului de lichid.

Regulatorul pneumatic este construit pe principiul „tot sau zero". În acest caz, plutitorul din separator comandă printr-un sistem de pîrghii accesul gazelor de acționare a supapei pneumatice de reglare. Construcția detaliată a acestor regulatoare este binecunoscută din literatura romînă de specialitate. Trebuie însă menționat că această construcție este destul de complicată pentru condițiile reale din schelele

petroliere, cerînd un montaj meticulos şi o deservire deosebită în timpul exploatării. De aceea, adesea aceste regulatoare nu funcţionează satisfăcător.

Un alt dezavantaj al acestor regulatoare de nivel îl constituie faptul că, pe de o parte, nu permit trecerea unor debite de lichid mai mari decît 250 m³/24 h, iar pe de altă parte nu oferă condiţii bune de utilizare a debitmetrelor cu elice sau cu turbină, din cauza discontinuităţii curgerii.

Un regulator de nivel în separatoare experimentat cu bune rezultate în schela Boldeşti este regulatorul tip I. C., cu plutitor cilindric deschis (fără capac la partea superioară). Acest tip de plutitor acţionează direct supapa de descărcare a separatorului şi permite, prin construcţia sa deschisă, funcţionarea regulatorului de nivel în orice regim de presiune. El prezintă însă parţial aceleaşi dezavantaje menţionate anterior, şi anume: nu permite trecerea unor debite mai mari decît 200 m³/24 h şi nu oferă o bună utilizare debitmetrelor cu elice sau cu turbină.

Ţinînd seamă de toate acestea, s-a trasat sarcina de a elabora un regulator de nivel care să îndeplinească următoarele condiţii minimale:

— să fie de construcţie simplă şi ieftină;

— să funcţioneze ireproşabil în condiţiile de schelă;

— să permită trecerea unor debite mari de lichid (cazul separatoarelor de bloc sau de total).

Deoarece în U.R.S.S. funcţionează în bune condiţii un regulator de nivel simplu, cu acţionare mecanică, cunoscut sub denumirea RUM-3 (o perfecţionare a regulatorului tip Petrov), s-a trecut la studierea posibilităţilor de adaptare a acestuia la separatoarele de fabricaţie romînească SG-1 şi SG-2.

1. REGULATORUL DE NIVEL TIP RUM-3

Regulatorul RUM-3 (fig. 1) se compune dintr-o clapetă de laminare *2*, montată pe un ax fixat în ţeava *1* şi un plutitor *6* fixat rigid de clapeta *2* prin braţul *3*. Cînd nivelul ţiţeiului din separator ajunge la o limită superioară dată, plutitorul *6*, ridicîndu-se, obligă clapeta *2*, ale cărei margini sînt executate sferic, să se rotească în jurul axei sale şi să deschidă ţeava de descărcare a separatorului pe la partea inferioară. În momentul cînd nivelul ţiţeiului scade, clapeta reînchide ţeava *1*. În modul acesta, nivelul ţiţeiului din separator este menţinut automat la înălţimea dorită. În cazul cînd plutitorul se defectează (respectiv se sparge), el se umple cu ţiţei şi cade la fund; atunci clapeta se roteşte în jurul axului său în sens invers şi deschide partea superioară a ţevii de descărcare *1*, evitîndu-se astfel umplerea separatorului cu ţiţei şi intrarea acestuia în conducta de gaze.

Constructiv, regulatorul RUM-3 se execută în două variante, care diferă între ele doar prin lungimea şi unghiul de cotire al braţului *3*.

Varianta *I* este arătată în figura 1 punctat. Ea se utilizează în situaţia cînd ţiţeiul exploatat nu este parafinos. În acest caz, deschiderea

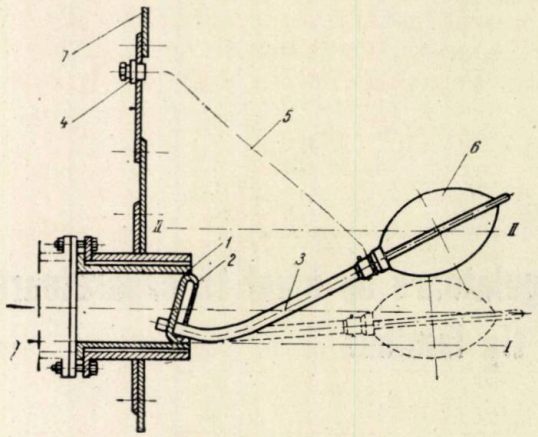


Fig. 1. Schema regulatorului de nivel RUM-3:
1 – ţeava de descărcare a separatorului gaze–ţiţei; *2* – clapeta de laminare; *3* – braţul plutitorului; *4* – piesa de etanşare; *5* – sîrma de manevră; *6* – plutitorul; *7* – peretele separatorului.

ţevii *1* la partea superioară (cazul cufundării plutitorului) are loc atunci cînd plutitorul ajunge sub cota *I—I*.

Varianta *II* este arătată în figura 1 cu linii pline. Ea se utilizează la exploatările de ţiţei parafinos. În acest caz, deschiderea ţevii *1* la partea superioară (cazul cufundării plutitorului) are loc la o poziţie mai înaltă a plutitorului, şi anume cînd acesta ajunge sub cota *II—II*. În modul acesta, chiar dacă fundul separatorului este ocupat cu depunderi de parafină, se evită blocarea ieşirii ţiţeiului la o eventuală defectare a flotorului.

Dacă separatorul a fost golit artificial (de exemplu pentru curăţare etc.), atunci la repunerea lui în funcţiune, regulatorul de variantă *I* închide clapeta *2* atunci cînd nivelul de ţiţei ajunge la cota *I—I* şi o menţine închisă pînă cînd nivelul atinge limita de lucru. Regulatorul de variantă *II* într-o asemenea situaţie lasă deschisă clapeta *2* pe la partea superioară, neputînd reintra automat în funcţionare normală. Pentru aceasta este necesar ca plutitorul *6* să fie ridicat manual cu ajutorul sîrmei *5* peste cota *II—II* şi ţinut în această poziţie pînă cînd nivelul ţiţeiului cumulat în separator depăşeşte această cotă. În continuare, plutitorul menţine clapeta *2* închisă pînă cînd nivelul atinge limita de lucru. Atunci se deschide automat partea inferioară a ţevii *1* şi începe reglarea automată normală.

Separatorul RUM-3 se montează cu uşurinţă la separatoarele existente. Ţeava *1* se fixează între flanşele de prindere a ţevii de descărcare,

așa cum se vede în figură, iar cutia de etanșare *4* se montează pe capacul ferestrei de vizitare a separatorului.

2. REGULATOARELE DE NIVEL TIP RN-1 ȘI RN–2

Pe baza regulatorului RUM-3 și ținînd seama de construcția regulatoarelor de nivel existente în prezent în R.P.R., s-au realizat de către ICFE-Cîmpina regulatoarele de nivel RN-1 și RN-2. Regulatorul RN-1 dispune de o con-

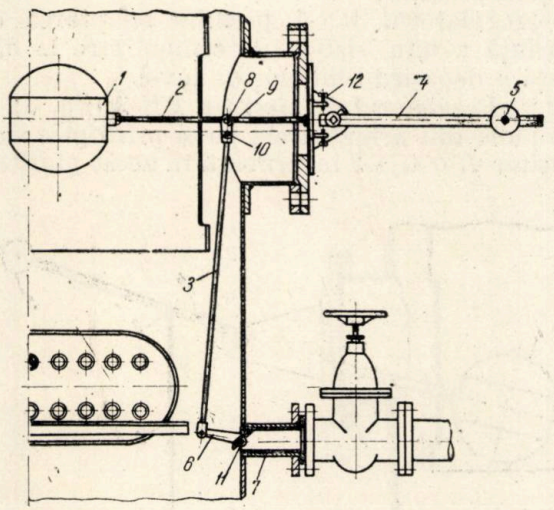


Fig. 2. Schema regulatorului de nivel RN-1 :
1 – plutitorul ; *2* – brațul plutitorului ; *3* – pîrghia de legătură ; *4* – pîrghia de contrabalansare ; *5* – contragreutatea ; *6* – clapeta de laminare cu braț ; *7* – bucșa de uzură ; *8* – șurubul de fixare ; *9* – brățara elastică ; *10* – bolțul ; *11* – axul ; *12* – șuruburile reglabile.

strucție total interioară separatorului, în timp ce dispozitivul de laminare al regulatorului RN-2 este montat în afara separatorului, ceea ce permite o foarte ușoară înlocuire a pieselor uzate în timpul funcționării.

2.1. *Regulatorul de nivel tip* RN-1 (fig. 2) se compune din următoarele piese principale : un plutitor *1*, o tijă *2* înșurubată în acest plutitor, o pîrghie de legătură *3*, o pîrghie de contrabalansare *4* prevăzută cu o contragreutate *5* și o clapetă cu braț *6*, montată într-o bucșă de uzură *7*.

Pe tija plutitorului se montează, fixîndu-se bine cu ajutorul șurubului *8*, brățara elastică *9*, prevăzută la partea inferioară cu bolțul *10*, care realizează legătura articulată între brățara *9* și pîrghia *3*. Aceasta este legată de asemenea articulat la partea inferioară cu brațul clapetei de reglare *6*. Clapeta de reglare este montată liber pe axul *11*, putîndu-se roti în jurul lui. Axul *11* este fixat rigid în bucșa *7*, care la rîndul ei este montată în conducta de descărcare a separatorului prin prindere între două flanșe.

Legătura dintre sistemul de pîrghii din interiorul separatorului și sistemul de contrabalansare se face printr-un ax ce trece din interior în exterior printr-o cutie de etanșare, identică cu cea utilizată în prezent la regulatoarele de nivel STAS 911–50. În exterior dispozitivul mai este prevăzut cu două limitatoare care constă din șuruburi reglabile *12* și care permit să se fixeze, după dorință, limita maximă și minimă de deplasare a plutitorului.

Cunoscînd părțile componente ale regulatorului se poate urmări pe desen cu ușurință funcționarea lui. Cînd nivelul din separator se găsește la limita inferioară, sistemul de pîrghii de comandă antrenat de plutitor de asemenea în poziția inferioară asigură așezarea clapetei în poziția verticală și realizează deci obturarea conductei de descărcare a separatorului. Ca urmare a acestei situații și datorită faptului că sonda continuă să producă, nivelul din separator crește. Plutitorul se deplasează deci în sus, ridicînd sistemul de pîrghii o dată cu el și obligînd clapeta să ocupe o poziție oblică și să deschidă astfel treptat trecerea prin conductă. Cu cît plutitorul este mai sus, cu atît clapeta *6* ocupă o poziție mai apropiată de orizontală, iar cînd plutitorul ajunge la o anumită înălțime, care constituie limita maximă de funcționare normală a dispozitivului, clapeta se așază orizontal, realizîndu-se o deschidere maximă a conductei. Ca urmare, lichidul se descarcă intens, și nivelul în separator scade, ducînd astfel la o închidere treptată a conductei. În modul acesta, regulatorul realizează așezarea clapetei într-o astfel de poziție încît cantitatea de lichid ce părăsește separatorul într-o unitate de timp va fi egală cu debitul sondei care produce în acest separator, nivelul se va menține practic constant, stabilindu-se mai sus sau mai jos, după cum debitul de lichid al sondei va fi mai mare sau mai mic. Prin etalonare, la o anumită presiune de regim în separator se pot determina nivelurile corespunzătoare unor anumite debite de lichid, însemnînd apoi cu gradații corespunzătoare sticla de nivel a separatorului. În acest mod vom putea obține o indicație cel puțin orientativă a debitului instantaneu al sondei sau sondelor ce produc în separatorul respectiv.

Clapeta de reglare *6* nu închide niciodată perfect conducta de descărcare a separatorului, din cauza existenței unor anumite toleranțe constructive. Aceasta nici nu este necesar, deoarece debitul produs de sondă obligă clapeta să ocupe o poziție deviată cu un unghi oarecare de la verticală. Pe de altă parte, această situație prezintă un important avantaj, deoarece dispozitivul va funcționa normal pînă la un grad destul de înaintat de uzură a clapetei. În scopul închiderii complete a separatorului se utilizează robinetul STAS 1054–50, existent și în prezent pe conducta de descărcare.

În cazul utilizării regulatorului RN-1 ca element component al unui sistem de control centralizat al extracției țițeiului, se poate realiza un sistem de telecontrol al funcționării acestui automat local. Pentru aceasta este sufi-

cient, ca pe axul de rotire al pîrghiei *4* să se monteze o casetă prevăzută cu contacte cu mercur fixate convenabil în aşa fel încît atunci cînd plutitorul ajunge în poziţiile-limită superioară sau inferioară să se închidă circuitul unor lămpi de semnalizare de două culori diferite. Una dintre lămpi va semnaliza astfel pericolul intrării lichidului în linia de gaze (poziţia-limită superioară a plutitorului), iar cealaltă va semnaliza intrarea gazelor în rezervorul de colectare prin conducta de ţiţei (poziţia-limită inferioară a plutitorului).

Din compararea regulatorului RN-1 cu STAS 911-50 utilizat în prezent în R.P.R. rezultă o serie de avantaje care sînt confirmate de experienţe. Dintre aceste avantaje se pot menţiona următoarele :

— construcţia regulatorului RN-1 este simplă, şi, ca urmare, el prezintă o siguranţă mărită în funcţionare, avînd totodată un preţ de cost foarte redus ;

— dispozitivul este uşor de montat, iar în timpul exploatării nu necesită practic nici o deservire ;

— în construcţia regulatorului RN-1 se foloseşte o parte din piesele existente la regulatoarele STAS 911-50 (plutitorul, braţul plutitorului, pîrghia de contrabalansare şi contragreutatea), ceea ce uşurează introducerea lui la separatoarele gaze—ţiţei deja montate în schele ;

— în cadrul dispozitivului de reglare propriu-zis, elementul care execută laminarea curentului de lichid (clapeta *6*) este montat în interiorul separatorului împreună cu pîrghia de comandă. Ca urmare se elimină necesitatea etanşării între pîrghia de comandă şi clapeta de reglare, evitîndu-se dezavantajele ce decurg din aceasta (în special frecările). Totodată, prin aceasta se micşorează mult posibilitatea parafinării dispozitivului şi se evită pericolul lovirii lui accidentale ;

— clapeta de reglare *6* este astfel construită încît eventualele depuneri de particule solide (nisip, parafină etc.) sînt înlăturate datorită însăşi rotirii acesteia în jurul axului său, în timpul funcţionării. Prin aceasta, precum şi prin faptul că datorită principiului după care este conceput regulatorul RN-1, un uzaj destul de important al clapetei de reglare nu periclitează buna funcţionare a dispozitivului, se elimină pretinsele dezavantaje pe care le prezintă utilizarea reglării prin laminare, faţă de sistemul prin „tot sau zero". După o funcţionare continuă de peste un an, elementele de laminare ale dispozitivului, deşi construite din oţeluri obişnuite, au arătat doar o uşoară uzură ;

— secţiunea efectivă maximă de curgere a conductei de descărcare a separatorului poate atinge (la poziţia orizontală a clapetei) 82% din secţiunea nominală, ceea ce realizează debite de curgere mari. Debitele minime ce au putut fi reglate, dispunînd de un diametru nominal al bucşei de uzură de 68 mm, de o toleranţă de prelucrare de + 0,120 mm şi de o presiune diferenţială de circa 1,5 kgf/cm² au fost de circa 5 m³/24 h ;

— asigurarea continuităţii curgerii permite utilizarea de debitmetre cu elice sau turbină, montate pe conducta de descărcare a separatoarelor. Este ştiut că din lipsa unor separatoare-măsurătoare, debitmetrele cu elice sau turbină sînt cele mai convenabile atît ca preţ cît şi ca precizie ;

— regulatorul RN-1 permite adaptarea cu uşurinţă a unui sistem de semnalizare la distanţă a depăşirii limitelor de nivel.

2.2. *Regulatorul de nivel tip* RN-2 (fig. 3) se compune din următoarele piese principale : un plutitor *1*, o tijă *2* înşurubată în acest plutitor,

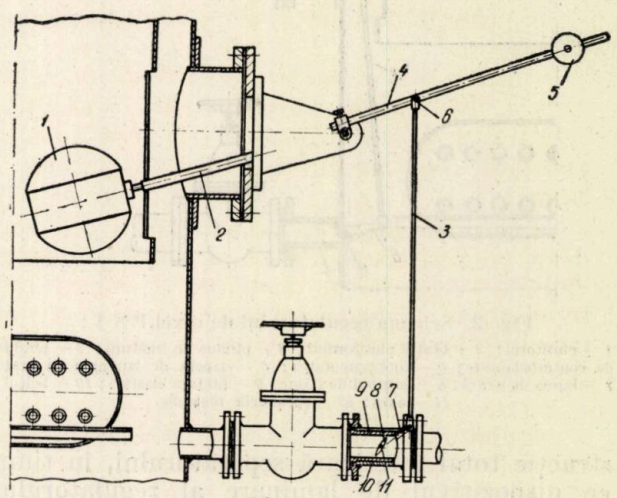


Fig. 3. Schema regulatorului de nivel RN-2 :
1 — plutitorul ; *2* — braţul plutitorului ; *3* — pîrghia de legătură ; *4* — pîrghia de contrabalansare ; *5* — contragreutatea ; *6* — furca cu articulaţie ; *7* — maneta ; *8* — clapeta de laminare ; *9* — corpul vanei cu clapetă de laminare ; *10* — bucşa de uzură ; *11* — axul de comandă.

o pîrghie de contrabalansare *4* prevăzută cu o contragreutate *5*, altă pîrghie de legătură *3* prevăzută la partea superioară cu o furcă de articulaţie *6* şi o vană cu clapetă de laminare a curentului de lichid.

Pîrghia *3* face legătura prin furca *6* şi maneta *7* cu pîrghia exterioară de contrabalansare *4* şi cu clapeta de laminare *8*.

Vana cu clapetă de laminare, care constituie elementul propriu-zis de reglare a nivelului de lichid, este montată pe conducta de descărcare a separatorului după robinetul de izolare STAS 1054-50. Ea se compune dintr-un corp *9*, o bucşă de uzură *10*, o clapetă *8*, un ax de comandă *11* şi o cutie de etanşare. Este de menţionat că clapeta de laminare are o formă eliptică, ceea ce permite pe de o parte reglarea unor debite-limită mai mici ca în cazul regulatoarelor RN-1 a căror clapetă de laminare este circulară (3 m³/24 h faţă de 5 m³/24 h), iar pe de altă parte asigură o importantă rezervă

de uzură, ceea ce mărește timpul de funcționare normală a regulatorului. Pentru același motiv vana de laminare a fost prevăzută și cu bucșa de uzură *10*, confecționată dintr-un material rezistent la coroziune (fontă silicioasă).

Modul de funcționare a regulatorului RN-2 este cu totul asemănător modului de funcționare a regulatorului RN-1, cu deosebirea că toate piesele componente ale dispozitivului sînt montate în exteriorul separatorului.

La fel ca și regulatorul RN-1, regulatorul RN-2 poate fi utilizat ca element component al unui sistem de control centralizat.

Avantajele regulatorului RN-2 sînt în bună parte asemănătoare celor arătate pentru regulatorul RN-1. Acesta mai prezintă și următoarele avantaje :

— construcția total exterioară a dispozitivului permite un montaj și o întreținere extrem de ușoare ;

— utilizează o cantitate și mai mare din piesele existente la regulatoarele STAS 911-50 (plutitorul, tija plutitorului, tija pentru contragreutate, contragreutatea, corpul etanș de lagăr) ;

— permite reglarea unor debite mai mici decît regulatorul RN-1, ca efect al formei eliptice a clapetei de laminare, și asigură buna funcționare a regulatorului un timp și mai îndelungat, datorită rezervei de uzură a clapetei și existenței bucșei de uzură.

Un dezavantaj al construcției total exterioare a regulatorului RN-2 îl constituie faptul că, lucrînd în aer liber, piesele sale în mișcare sînt supuse intemperiilor și necesită o supraveghere mai atentă (să fie unse, să fie ferite de lovituri). De asemenea existența unei cutii de etanșare la ieșirea axului de comandă din corpul vanei de laminare presupune existența unor frecări care micșorează într-o oarecare măsură mobilitatea clapetei.

3. CONCLUZII

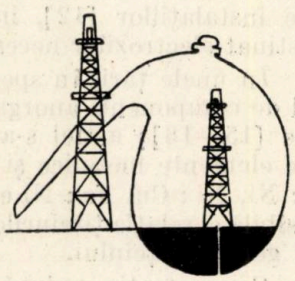
1. Experimentarea timp de peste un an a celor două tipuri de regulatoare la un parc al schelei Cîmpina a dovedit următoarele :

— o bună funcționare a ambelor tipuri de regulatoare ;

— un domeniu larg de reglare de la circa 3 $m^3/24$ h (în cazul regulatorului RN-2) și circa 5 $m^3/24$ h (în cazul regulatorului RN-1) pînă la totalitatea debitului parcului. Este de remarcat diametrul nominal relativ redus al dispozitivelor de laminare folosite ($\varnothing = 68$ mm la regulatoarele RN-1, $\varnothing = 76$ mm la regulatoarele RN-2). În viitor vor putea fi folosite dispozitive de laminare cu diametrul nominal mai mare (de exemplu 4"), care permit curgerea unor debite mari de lichid ;

— o lipsă practic totală a defecțiunilor. Au existat puține cazuri de trecere a gazelor din separatoare în rezervoare, ca efect al rafalelor puternice de gaze, și cîteva cazuri, cu totul excepționale, de înțepenire a clapetei de laminare la unul dintre regulatoarele RN-2. Nu s-a semnalat nici un caz de trecere a țițeiului în colectorul de gaze al parcului.

2. Simplitatea construcției, costul foarte redus, posibilitatea de utilizare a debitmetrelor cu elice sau cu turbină, posibilitatea de reglare a unor debite mari de lichid, defectuozitatea foarte redusă, întreținerea ușoară și adaptarea lor lesnicioasă la separatoarele deja montate în schele fac din dispozitivele RN-1 și RN-2 unele dintre elementele cele mai indicate de reglare automată a nivelului de lichid în separatoare de etalonare sau de total.



Studiul comportării polarografice a vanadiului din cenușile de țițeiuri

Ing. ANA ȘERBĂNESCU

Prezența elementelor anorganice (metalice) în țițeiuri se datorește faptului că acestea în cea mai mare parte formează complecși cu porfirinele, care sînt stabili și solubili în țițeiuri [1—6].

În cenușa rămasă după arderea țițeiurilor, componenții anorganici ai acestora apar sub formă concentrată; conținutul multor elemente metalice în țiței este altul decît acela din apele și rocile înconjurătoare și din organismele vegetale sau animale marine [6], [7].

Existența, ca și lămurirea cauzelor care au dus la concentrarea elementelor anorganice în țițeiuri prezintă importanță deosebită din punct de vedere practic și științific.

În industria de petrol, în procesul tehnologic de cracare, interesează tot mai mult urmele de metale din țițeiurile și derivatele lor folosite ca materie primă pentru cracarea catalitică. Metalele V, Ni, Cu, Fe, precum și Co și Mn sub formă activă, acumulate pe catalizatorul de cracare, produc pierderea de selectivitate a catalizatorilor sintetici sau naturali [8—10].

Vanadiul din produsele petroliere, folosite drept combustibil sub formă de V_2O_5 din cenușa acestora, distruge materialul refractar al cuptoarelor industriale [11], corodează aliajele instalațiilor [12], impurifică sticla topită [13] și cocsul destinat electrozilor necesari unor industrii electrochimice [14].

În unele țări, în special în U.R.S.S., s-a cercetat conținutul de componenți anorganici din țiței și pentru scopuri teoretice [15—18]; astfel s-a studiat interdependența dintre diferite elemente metalice și s-a stabilit că în variația raporturilor V : Ni, Ni : Cu, Fe : Ni există o anumită regularitate care face posibilă corelația țițeiurilor, putîndu-se examina probleme legate de geneza țițeiului.

Concentrația redusă a componenților anorganici în țițeiuri, sub 1 pînă la circa 10 p.p.m., impune anumite metode analitice de dozare; în domeniul acesta de concentrații se pot aplica metode spectrografice [2], [5], [9], [14], [16], [17], [19]. Metodele spectrografice sînt rapide și au avantajul că permit analiza unui număr mare de elemente din aceeași probă,

în același timp. Au însă oarecare lipsuri în precizie și cer o etalonare deosebit de dificilă.

Evaporarea țițeiului, urmată de combustie la temperatură scăzută pînă la reziduu cenușă constituie metoda cea mai obișnuit folosită pentru concentrarea elementelor anorganice din țițeiuri. Pentru dozarea vanadiului în cenușa țițeiului, literatura prezintă și metode fotocolorimetrice [20 — 29]. Aceste metode dau rezultate relativ precise, însă au dezavantajul că sînt supuse la numeroase interferențe și sînt laborioase și scumpe, mai ales cînd se cere să se determine un număr mai mare de elemente din același țiței sau cenușă; fiecare element reclamă o anumită pregătire analitică a probei, specifică pentru determinarea lui.

Metodele polarografice par să fie mai potrivite pentru determinarea microcantităților de metale din cenușa țițeiurilor, deoarece separările, care consumă timp, pot fi adesea evitate, întrucît sînt frecvent posibile determinări simultane de două, trei, patru și chiar de cinci elemente, ceea ce este deosebit de important în analiză. Metodele polarografice, în general, nu sînt atît de precise ca metodele clasice pentru determinarea procentajelor mari de elemente, însă pentru determinarea cîtorva procente sau a urmelor de constituenți din diferite substanțe sînt printre cele mai bune.

Conținuturile de componenți anorganici din țițeiurile românești, din derivatele de țiței supuse cracării catalitice și din catalizatorii de cracare, deși lipsesc, sînt utile în vederea selecționării procedeelor de rafinare și pentru sortarea țițeiurilor și a produselor destinate cracării, sortare necesară evitării înlocuirii costisitoare a catalizatorului.

În lucrare se descrie studiul comportării polarografice a vanadiului din cenușile de țițeiuri, determinîndu-se cantitativ vanadiul dintr-o serie de 12 țițeiuri românești.

S-a cercetat îndeosebi comportarea polarografică a vanadiului din cenușile de țițeiuri în soluția de bază: $NaOH + NH_3 + NH_4Cl + H_2Na_2Y$, complexon III (K III), nefolosită pînă acum și s-au obținut rezultate bune.

Studiul comportării polarografice a vanadiului din cenușile de țițeiuri nu a fost întreprins pînă în prezent. La noi în țară metoda polarografică pentru dozarea vanadiului nu a fost încă folosită nici pentru oțeluri [30], nici pentru minereuri [34].

Remarcabila capacitate de complexare pentru ionii metalici ai complexonului III, disodiu-etilendiamin-tetraacetat ($H_2Na_2Y.2H_2O$), și valorile mari ale constantelor de stabilitate ale complecșilor formați au făcut să fie cercetată folosirea K III și în procedeele de analiză polarografică ca electrolit-suport [31—34]: borat + K III, KCN + K III. S-a studiat reducerea vanadiului la electrodul de mercur picător și în medii mai simple: de H_2SO_4 [35], de HCl [36], de fosfat, tetraborat, carbonat sau oxalat [37—40]. Oxidarea anodică a vanadiului IV ($V^{4+} \rightarrow V^{5+}$) este analitic avantajoasă în mediu de NaOH [41], [42]. Treptele polarografice de reducere ale V^{3+} și V^{2+} nu au însemnătate practică [39], [42].

I. PARTEA EXPERIMENTALĂ

S-a determinat polarografic conținutul de vanadiu din 12 țițeiuri românești, care au provenit din cinci structuri diferite și din cinci formațiuni geologice diferite (tabela 3), cunoscîndu-se de asemenea numărul sondei, adîncimea de la care s-a recoltat proba, producția t/zi la data cînd a fost recoltată proba și data cînd a fost pusă sonda în producție la formațiune sau complexul din care s-a luat proba.

Toate probele de țiței s-au recoltat de la capul de erupție al sondelor. Acestea s-au lăsat 48 de ore pentru decantarea apei, apoi s-au scos probe de țiței în cantitate de cîte 1 000 g pentru o cantitate de cenușă între 1 și 0,1 g necesară determinărilor analitice. Din țițeiurile cu conținut foarte mic de cenușă s-au scos probe de cîte 2 000 g. Aceste probe s-au supus unei evaporări și combustii lente, la temperaturi care n-au depășit 350°C. O temperatură înaltă pentru obținerea cenușii determină pierderea unor săruri de metale [5] prin volatilizare sau antrenare, fapt semnalat la cel de-al IV-lea Congres internațional consacrat petrolului, ținut la Roma în 1955 [43].

Polarogramele au fost înregistrate conform tehnicii uzuale [44—51] cu un polarograf Heyrovsky model V 301, cu înregistrare fotografică. Măsurătorile curenților de difuzie s-au executat pentru o înălțime a rezervorului de 41,5 cm, căreia i s-a aplicat o corecție pentru forța capilară ascensională de 1,5 cm. La această înălțime a rezervorului de mercur a corespuns o durată de picurare, la zero potențial aplicat, de 3 s și la un potențial aplicat de —1,5 V, $t = 2{,}56$ s și o viteză de curgere a mercurului $m = 4{,}59$ mg.s^{-1}. Potențialul de semitreaptă s-a stabilit față de electrodul de calomel saturat (E.S.C.).

Studiul s-a efectuat asupra comportării polarografice a vanadiului pentavalent (V^{5+}). Mai întîi s-a executat asupra metavanadatului de amoniu pro-analisi, apoi s-au urmărit caracteristicile polarografice ale V^{5+} din cenușile de țiței.

Pentru dozarea polarografică a vanadiului s-au folosit etaloane naturale, probe de cenuși, din care vanadiul a fost determinat fotocolorimetric.

S-a verificat și adaptat metoda de dozare polarografică a V^{5+} în soluție de bază $NH_3 + NH_4Cl$, folosită pentru oțeluri aliate [30], luîndu-se în calcul numai măsurătorile asupra primei trepte de reducere, din cele două trepte ale undei polarografice a V^{5+}, care apar în soluția de bază menționată.

S-a încercat asupra cenușilor de petrol metoda cu Mg — idranal [31], care a fost aplicată pe amestecuri sintetice cînd s-a obținut o singură treaptă de reducere, însă în cazul cenușilor de țiței nu a reușit.

S-a stabilit metoda de dozare a vanadiului pentavalent din cenușile de țiței în soluție de bază NaOH, NH_3, NH_4Cl, K III, care a dat rezultate bune, obținîndu-se o singură treaptă polarografică bine formată și ușor măsurabilă, corespunzătoare reducerii cu trei electroni pe electrodul picător de mercur ($V^{5+} \xrightarrow{+3\,1} V^{2+}$). În prezența K III sînt înlăturate interferențele cu unele elemente din cenuși, care altfel influențează unda vanadiului necomplexat.

Modul de lucru. 100—300 mg probă de cenușă, mojarată și uscată la 105°C (500—600 mg la un conținut de vanadiu sub 0,1%) se cîntăresc într-un pahar de 100—150 ml. Se umectează cu puțină apă distilată, apoi se dezagregă cu 20 ml HCl concentrat la cald, pe baie de nisip, concentrîndu-se la 2 ml; se adaugă 20 ml amestec Lunge și se concentrează la 2 ml; din nou se adaugă 20 ml HCl, concentrîndu-se la 2 ml. Se diluează cu apă fierbinte la 10 ml, se încălzește la fierbere și se adaugă 9,5 g complexon III (K III). După ce se amestecă bine cu bagheta se adaugă 10 ml soluție fierbinte de NaOH 2,5 *M*. Se agită și se încălzește puțin; apoi se filtrează prin bandă albă în balon cotat de 50 ml (pentru cantități luate pe jumătate se poate folosi balon cotat de 25 ml). Se spală precipitatul din pahar și de pe filtru de două ori cu cîte 5 ml apă fierbinte. Apoi se continuă astfel spălările cu amoniac concentrat (15—18 ml). Precipitatul din pahar și de pe filtru se dizolvă în amoniac concentrat, iar soluția din balonul cotat se colorează în roșu. Se adaugă 2 ml soluție NH_4Cl 5 *M* și 0,3 ml gelatină 0,5%. După menținere de 20—30 min la temperatura de 25°C, balonul se aduce la semn cu amoniac concentrat, soluția se agită bine, apoi se lasă în repaus două ore sau pînă a doua zi, ca speciile VO_2^+ și VO^{3+} probabil existente în soluția inițială acidă să se transforme în formele alcaline stabile, probabil complecși V^{5+}—K III. Aceasta pentru a se asigura reproductibilitatea determinărilor. Proba și etalonul se polarografiază la temperatura de 25 ± 0,2°C. Înălțimea treptei se măsoară prin distanța dintre punctele de intersecție a dreptelor de simetrie a celor două paliere cu aceea a porțiunii ascendente.

II. REZULTATE ȘI OBSERVAȚII

1. Polarograme

a) Comportarea polarografică a vanadiului pentavalent în soluție de bază:

$$4\ M\ NH_3 + 1M\ NH_4Cl.$$

S-a ridicat o serie de polarograme pentru a stabili înălțimea *h* a rezervorului de mercur și pentru a urmări dependența curentului-limită (curentului de difuzie i_d) de concentrația depolarizatorului. A rezultat că rezervorul trebuie menținut la o înălțime mai mare de 30 cm; s-a lucrat cu $h = 41{,}5$ cm. De asemenea s-a constatat că sub concentrația de 4.10^{-4} *M* vanadiu nu se pot obține trepte, iar peste $4.10^{-3}M$ trebuie folosite sensibilități ale galvanometrului foarte mici.

În figura 1, polarograma *V**, curbele *2—8* corespund la o serie de soluții-etalon de vanadiu și conțin treptele de reducere $V^{5+} \longrightarrow V^{4+} \longrightarrow V^{2+}$.

Pe baza măsurătorilor efectuate asupra celor două trepte de reducere a vanadiului s-a putut construi diagrama înălțimii treptei (i_d), în funcție de concentrația V^{5+} (fig. 2) în care dreapta *1* reprezintă probele care nu au conținut gelatină; dreapta *2* — probele care au conținut gelatină; dreptele *1* și *2* se referă la măsurarea lui i_d peste ambele trepte. Dreapta *3* s-a trasat pentru înălțimea celei de-a doua trepte. Așadar dreptele din figura 2 arată că înălțimea treptelor depolarizatorului V^{5+} este funcție liniară de concentrația sa, între 4.10^{-4} *M* și 4.10^{-3} *M*. Din aceeași figură s-a mai stabilit

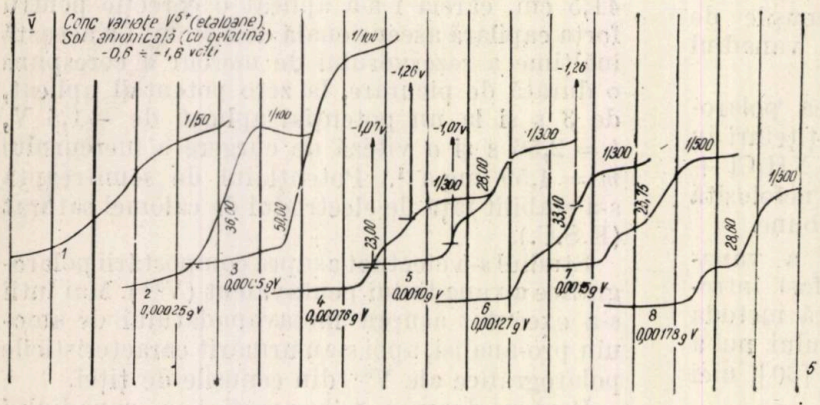


Fig. 1.

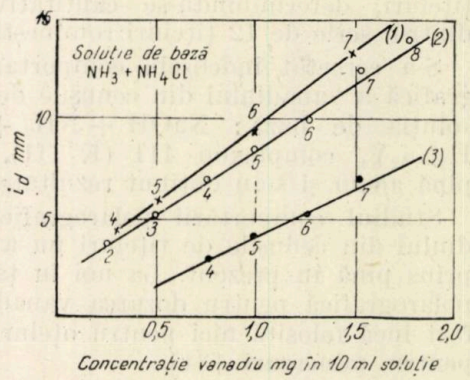


Fig. 2.

* Prin polarogramă s-a indicat hîrtia fotografică pe care de fapt sînt înregistrate 8—12 polarograme (curbe polarografice).

că înălțimea treptei scade o dată cu concentrația de gelatină; în soluția de bază menționată, pentru 0,01 % gelatină, i_d scade cu circa 8%.

De asemenea s-a stabilit (polarograma *V*) că potențialul de semitreaptă $E_{1/2}$ variază cu

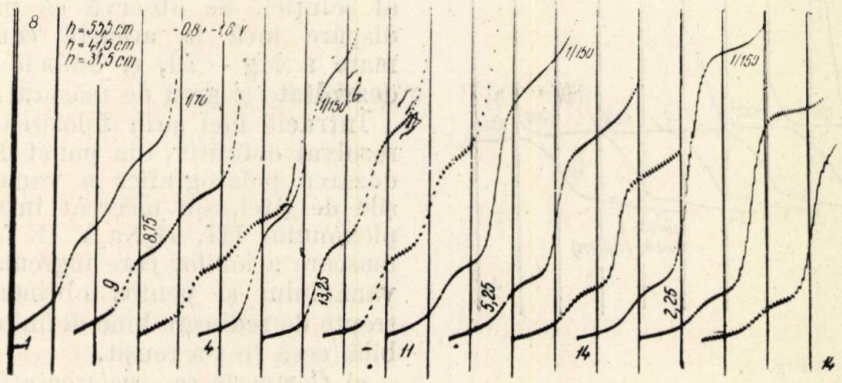


Fig. 3.

concentrația la concentrații foarte mici pînă la 9.10^{-4} *M*. La concentrații mai mari $E_{1/2}$ rămîne constant; pentru prima treaptă $E_{1/2} = -1{,}07$ V, iar pentru a doua treaptă $E_{1/2} = -1{,}26$ V față de E.S.C. în soluție de bază $4M\ NH_3 + 1M\ NH_4Cl$.

S-a determinat V^{5+} din cenușa a zece țițeiuri românești, în soluția de bază menționată, verificînd și adaptînd metoda de dozare a vanadiului din oțeluri aliate [30], pH = 10—12. Curbele polarografice de reducere a vanadiului din unele cenuși de țițeiuri sînt reprezentate în figurile 3 și 4. În figura 3 curbele sînt înregistrate la trei înălțimi de rezervor diferite: 31,5 cm, 41,5 cm, și 55,5 cm pentru a stabili că înălțimea treptei i_d este funcție liniară de înălțimea *h* a rezervorului de mercur, adică $i_d/h^{1/2}$ = constant, dovedind astfel că reacția de electrod este controlată prin difuzie.

iar înălțimea treptei a doua este deosebit de înaltă față de prima treaptă la unele cenuși, de exemplu la probele de țiței *7*, *10*, *12*, *14* (fig. 4), rezultă că unul dintre ceilalți constituenți anorganici din cenușa țițeiului influențează treapta a doua a vanadiului. Se pare că acest element constituent al cenușii este cobaltul, care, în soluție de bază amoniacală, are potențialul de semitreaptă $E_{1/2} = -1{,}29$ V [49].

Pe baza măsurătorilor asupra primei trepte s-au efectuat calcule pentru determinarea conținutului de vanadiu din cenuși (tabela 1). Pentru a putea folosi în dozări și treapta a doua de reducere a vanadiului sau pentru obținerea unei singure trepte de reducere s-a încercat complexarea cobaltului și a altor componenți anorganici din cenușile de țițeiuri cu magneziu — idranal, K_2MgY.

b) Comportarea polarografică a vanadiului pentavalent în soluție de bază $4M\ NH_3 + 1M\ NH_4Cl + 0{,}5\ M\ K_2MgY$ (Mg — Id), pH = 10—11. Unele curbe înregistrate în cadrul experiențelor folosind Mg — Id ca agent de comple-

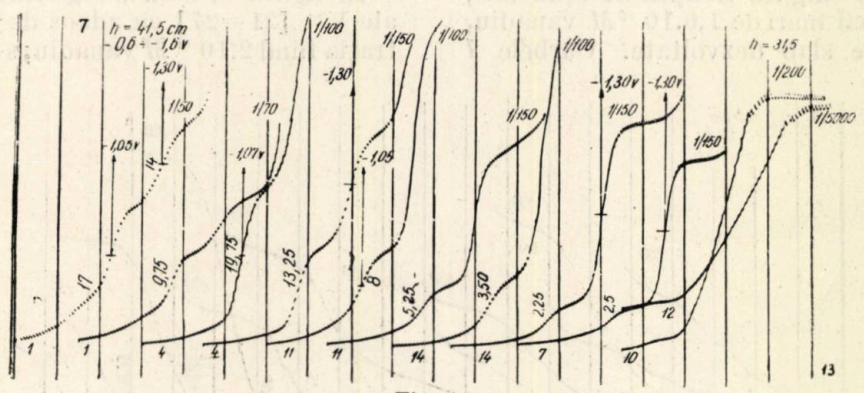


Fig. 4.

Pontențialele de semitreaptă s-au stabilit că sînt: pentru prima treaptă $E_{1/2} = -1{,}07$ V; pentru treapta a doua s-a găsit $E_{1/2} = -1{,}30$ V. Întrucît pentru treapta a doua $E_{1/2} = -1{,}30$ V este diferit la vanadiu din cenuși față de $E_{1/2} = -1{,}26$ V pentru vanadiul din NH_4VO_3 p.a., xare [31] sînt reprezentate în figurile 5 și 6.

Figura 5 prezintă curbele de reducere a V^{5+} din NH_4VO_3 p.a. Abia la curbele *20* și *21* începe să se vadă bine influența Mg—Id, care face să dispară prima treaptă de reducere a V^{5+}. Curba *15* reprezintă soluția de bază.

Figura 6 conține o serie de curbe polarografice ale vanadiului în concentrații diferite, cu o cantitate fixă de Mg — Id (3ml, 0,4 *M* în

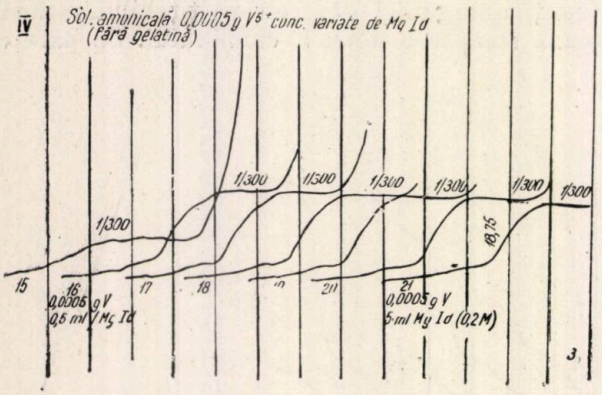


Fig. 5.

volumul de 10 ml soluție finală 0,12 *M* Mg—Id). Se observă că pentru concentrații mici ale vanadiului pînă la $1{,}6.10^{-3}M$ (curbele *12*, *13* și *14*) se obține o singură treaptă de reducere; la concentrații mai mari de $1{,}6.10^{-3}M$ vanadiu, apar două trepte slab dezvoltate. Curbele *1* (V^{5+}) și *4* (V^{5+}) sînt ale vanadiului din două probe de cenuși de țiței. Rezultă că este necesară o cantitate mare de Mg — Id ca să poată face să dispară prima treaptă și să se obțină o singură treaptă bine formată.

În figura 7 sînt înscrise curbele polarografice ale vanadiului din trei cenuși de țiței (probele *1*, *4*, *2*) de la — 0,6 la —1,6 V, folosind o concentrație a Mg — Id de 0,5 *M* în volumul rezultat al soluției. Se observă că prima treaptă nu dispare încă la această concentrație foarte mare a Mg — Id, și ambele trepte sînt slab dezvoltate și greu de măsurat.

Întrucît nici prin folosirea K_2MgY nu s-a rezolvat definitiv, din punct de vedere practic, dozarea polarografică a vanadiului din cenușile de țiței, s-a încercat întrebuințarea complexonului III, H_2Na_2Y (K III), ca agent de mascare a ionilor care îngreuiază determinarea vanadiului și pentru obținerea unei singure trepte de reducere bine definită și ușor măsurabilă, ceea ce s-a reușit.

c) Comportarea polarografică a sistemului V^{5+} — K III. *Soluția de bază*: 0,5 *M* NaOH; 4 *M* NH_3; 0,2 *M* NH_4Cl; 0,5 *M* K III și 0,003 % gelatină; $pH = 10$.

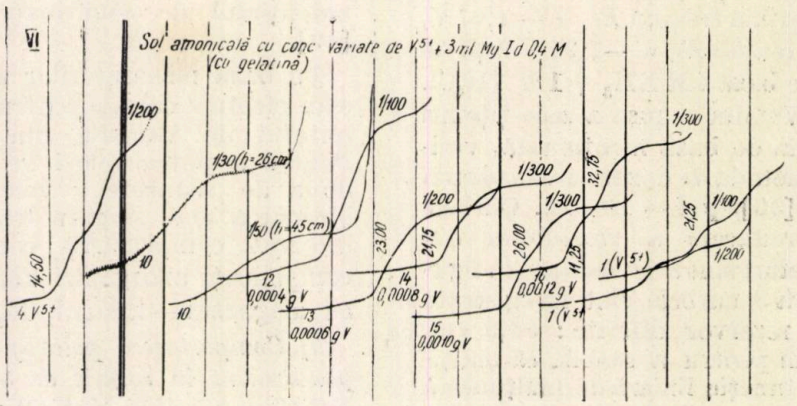


Fig. 6

În figura 8, s-au înregistrat undele catodice ale V^{5+} [21—27] cu adaos de gelatină, concentrația fiind 2.10^{-3} *M* vanadiu; s-au variat concen-

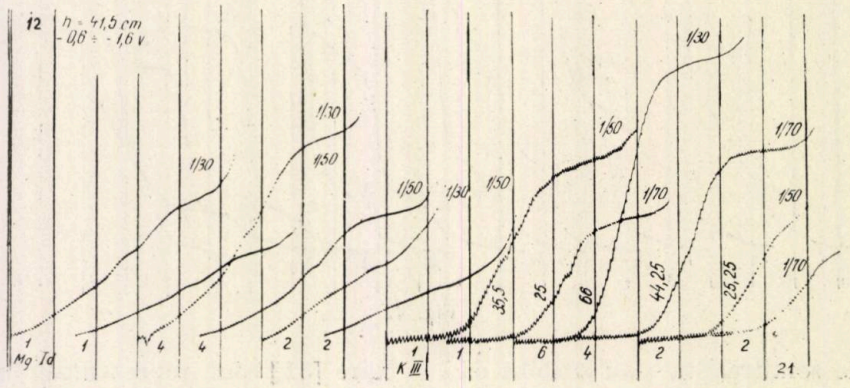


Fig. 7.

trațiile de complexon. La curba *27* se observă că prima treaptă este foarte slab dezvoltată în comparație cu prima treaptă a curbei *4*

(V^{5+}), care corespunde reducerii vanadiului din cenuşa probei de ţiţei *4* (V^{5+}) în soluţie simplu amoniacală. Aşadar la concentraţii ale K III de 0,06 *M* faţă de 0,002 *M* vanadiu (curba *27*) nu s-a putut obţine o singură treaptă de reducere $V^{5+} \longrightarrow V^{2+}$, concentraţia K III fiind numai de 30 de ori mai mare decît aceea a V^{5+}. Din încercările executate a rezultat că unda catodică a vanadiului pentavalent poate prezenta o singură treaptă numai la concentraţii ale complexonului de 100 de ori mai mari. Aceasta se constată din figurile 9 şi 10.

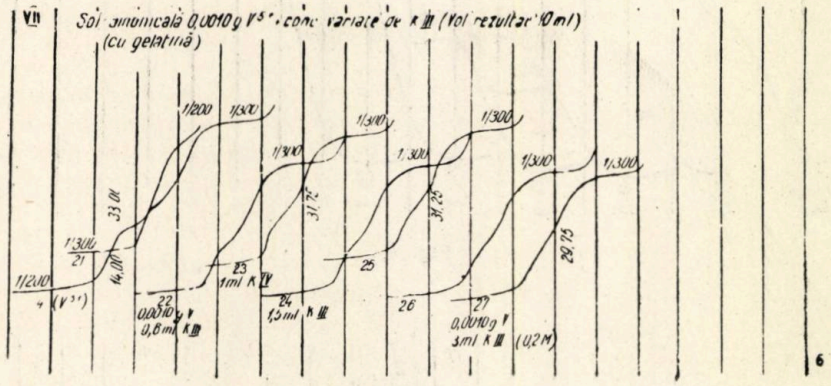


Fig. 8.

Din figura 9, pentru o concentraţie a K III de 0,5 *M* şi a NH_3 de 8 *M*, se constată obţinerea unei singure trepte peste un domeniu larg de concentraţie a vanadiului, peste 2.10^{-3} *M*. Chiar la cenuşile de ţiţei (proba *4*) se observă că treapta întîi s-a înălţat foarte mult, apoi a dispărut. Însă, din cauza concentraţiei prea mari de NH_3, 8 *M*, palierul superior nu este bine format. Pentru curbele din figura 10 s-a folosit mai multă gelatină, pînă la 0,01%; aceasta îndreaptă întrucîtva palierul superior.

Din cercetările executate asupra comportării polarografice a vanadiului în sistemul V^{5+} — K III, s-au stabilit următoarele: s-a obţinut o singură treaptă de reducere, la care, pentru a fi bine formată, concentraţia amoniacului nu trebuie să depăşească 6 *M*; concentraţia de gelatină, în prezenţa K III, pînă la 0,01% nu influenţează înălţimea treptei sau curentul de difuzie (i_d); concentraţia complexonului modifică înălţimea treptei, şi anume K III în concentraţie de 0,5 *M* faţă de 0,1 *M* scade înălţimea treptei V^{5+} cu 10%; peste concentraţia de 0,45 *M* K III, adică la o concentraţie de peste 100 de ori mai mare decît a vanadiului, înălţimea treptei (i_d) a rămas constantă. Acestea se pot constata din diagrama din figura 11. Dreapta *1* s-a trasat pentru o concentraţie a K III de 0,1 *M*, şi dreapta *2* pentru o concentraţie a K III de 0,5 *M*, concentraţiile de V^{5+} au variat de la 4.10^{-4} la 2.10^{-3} *M*. Variaţia liniară a înălţimii treptei de reducere ($V^{5+} \longrightarrow V^{2+}$) sau a curentului-limită (i_d) în funcţie de concentraţia *C* a V^{5+}, în sistemul V^{5+} — K III, verifică raportul i_d/C = constant.

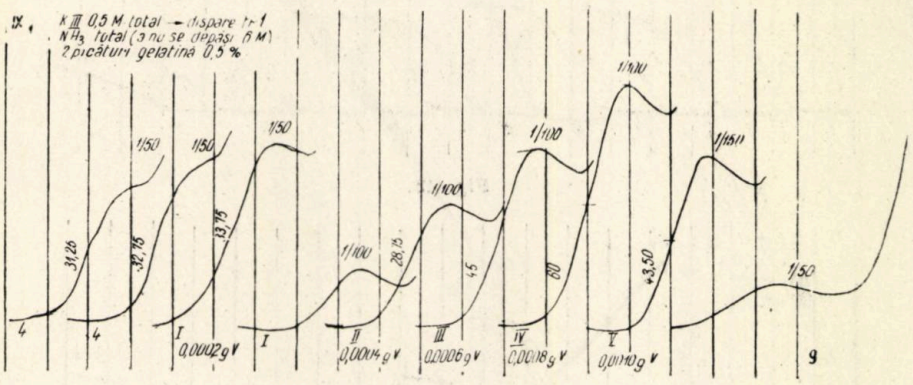


Fig. 9

Dreapta *3* din figura 11 s-a trasat, pe baza unor polarograme derivate, pentru vîrful al doilea. Din acestea s-a constatat că vîrful curbei derivate, corespunzător primului stadiu de reducere ($V^{5+} \rightarrow V^{4+}$), dispare pe măsură ce concentraţia de K III creşte.

În figura 7 (probele *1,6,4,2*) şi în figurile 12, 13, 14 sînt reprezentate undele catodice $V^{5+} \longrightarrow V^{2+}$ pentru conţinutul de vanadiu din cenuşile

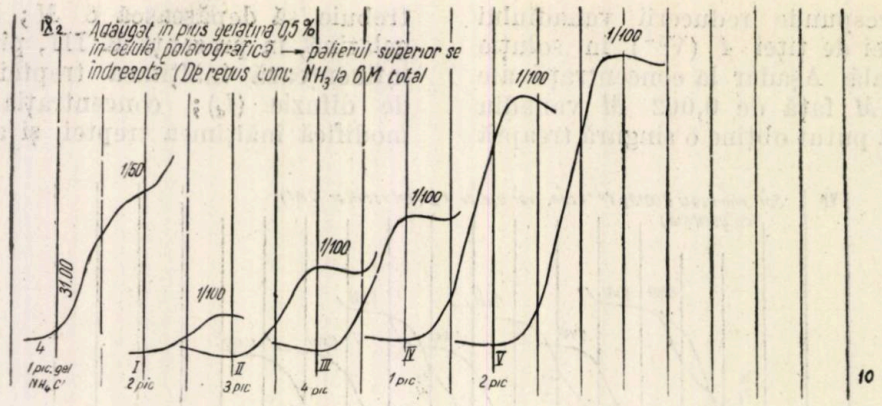


Fig. 10.

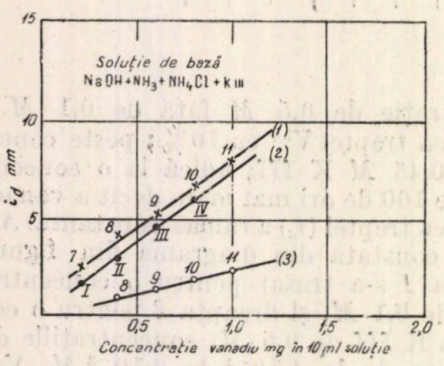


Fig. 11.

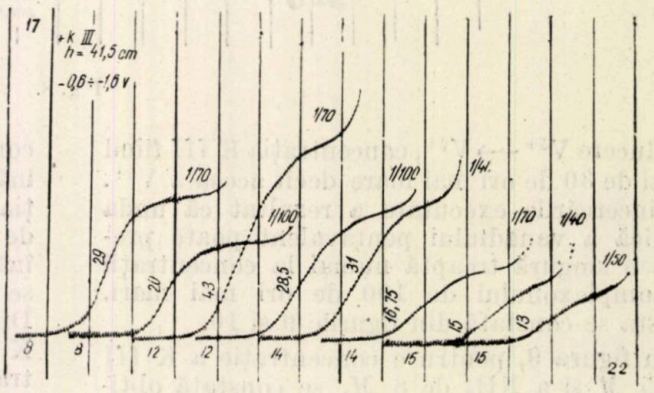


Fig. 12.

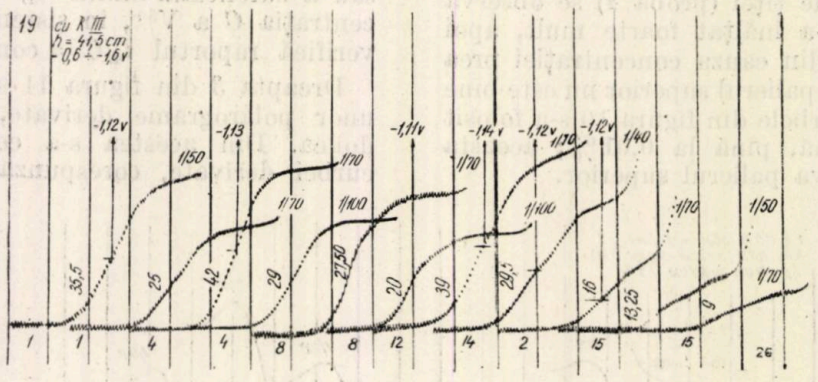


Fig. 13.

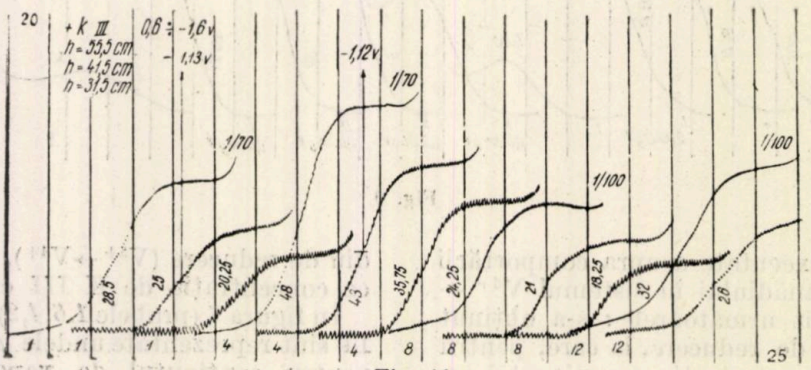


Fig. 14.

a 8 ţiţeiuri romînești. La o concentrație a NH_3 de 4 *M* și NaOH de 0,5 *M* s-a putut obține bine definit și palierul superior al treptei polarografice. Astfel cu soluția de bază: 0,5 *M* NaOH; 4 *M* NH_3; 0,2 *M* NH_4Cl; 0,5 *M* K III și 0,003 % gelatină s-au putut înregistra curbele polarografice ale vanadiului din cenușile de ţiţei, alcătuite dintr-o singură treaptă ușor măsurabilă; în același timp, interferențele cu alți constituenți ai cenușii de ţiţei au fost înlăturate, K III formînd complecși stabili cu majoritatea acestora. Soluțiile cenușilor pregătite pentru polarografiere, conform modului de lucru arătat, au culori de la roz la roșu, pînă la brun. Rezultatele determinărilor cantitative sînt trecute în tabela 2.

S-a stabilit că potențialul de semitreaptă este $-1{,}12$ V. Întrucît $E_{1/2}$, în domeniul de pH $= 9{,}5 - 11$, are valorile $-1{,}11$; $-1{,}12$; $-1{,}13$ și $-1{,}14$ V (fig. 13) se poate considera că în acest domeniu de pH, $E_{1/2}$ este constant. S-a stabilit de asemenea că $E_{1/2}$ este independent de concentrația complexonului (polarograma VII). $E_{1/2}$ al sistemului V^{5+} — K III fiind independent de concentrația agentului de complexare, se poate presupune [33] că numărul moleculelor agentului de complexare, coordonat cu stările oxidată și redusă, este același și în acest caz este egal cu 1. Proporția echimoleculară a K III față de vanadiu s-a dovedit și prin titrarea vanadiului pentavalent [53] cu 0,01 *M* K III față de xylenol-oranj.

În domeniul de pH 9,5—11, înălțimea treptei de reducere V^{5+} — K III este independentă de pH. Înălțimea treptei sau curentul de difuzie este funcție liniară de înălțimea h a rezervorului de mercur (fig. 14, polarograma *20*). Constanța raportului $i_d/h^{1/2}$ la diferite înălțimi ale rezervorului de mercur, între 31,5 și 55,5 cm, pentru aceeași concentrație, este o dovadă că reacția de electrod este controlată în întregime prin difuzie [48], [49].

2. Concentrații

a) Prin experiențele și studiul asupra comportării polarografice a vanadiului în sistemul V^{5+}—K III, în mediul alcalin de NaOH și NH_3, în care reducerea $V^{5+} \longrightarrow V^{2+}$ este scoasă în evidență printr-o treaptă simplă și ușor măsurabilă, s-a putut stabili metoda de determinare a conținutului de vanadiu din cenușile de ţiţei.

În tabelele 1 și 2 sînt trecute datele necesare pentru determinarea cantitativă a vanadiului

Tabela 1

DETERMINAREA VANADIULUI POLAROGRAFIC, TREAPTA I (NH_3+NH_4Cl) DIN CENUȘI DE ŢIŢEIURI (REPRODUCTIBILITATEA DOZĂRII)

Denumirea probei	Cenușă, g	Curentul de difuzie: S	Curentul de difuzie: i_d, mm	Curentul de difuzie: $\frac{i_d}{1\,000\,S}$	Vanadiu, %	Media, %	Eroarea relativă față de medie, %
2. Sarmațian	I. 2,0000	1/50	8,00	0,400	0,036	0,037	2,70
		1/70	6,00	0,420	0,038		
	II. 1,9998	1/100	4,00	0,400	0,036		
11. Sarmațian	I. 0,3000	1/150	5,00	0,750	0,457	0,470	3,40
		1/200	3,75	0,750	0,457		
	II. 0,3003	1/150	5,25	0,788	0,479		
		1/100	8,00	0,800	0,486		
1. Meoţian	I. 0,9997	1/50	17,00	0,850	0,155	0,159	2,51
	II. 1,0000	1/50	17,75	0,888	0,162		
4. Meoţian	I. 0,5000	1/100	19,75	1,975	0,724	0,726	0,41
		1/150	13,25	1,988	0,725		
	II. 0,5005	1/200	10,00	2,000	0,729		
7. Meoţian	I. 0,8002	1/150	2,50	0,375	0,085	0,082	4,87
		1/70	5,25	0,368	0,083		
	II. 0,8000	1/150	2,25	0,338	0,078		
14. Meoţian	I. 0,5000	1/150	2,25	0,338	0,123	0,126	2,38
		1/200	1,75	0,350	0,127		
	II. 0,5005	1/100	3,50	0,350	0,127		
15. Meoţian	0,7000	1/70	3,25	0,220	0,057	0,054	4,63
		1/100	2,00	0,200	0,052		
8. Ponţian	I. 0,5002	1/100	6,25	0,625	0,228	0,228	Etalon
	II. 0,5000	1/70	9,00	0,630	0,229		
10. Dacian inferior	I. 0,4000	1/500	2,25	1,125	0,509	0,511	1,17
	II. 0,4200	1/500	2,25	1,125	0,509		
		1/300	4,00	1,200	0,517		
9. Dacian superior	I. 0,7002	1/200	2,00	0,400	1,102	0,102	0,00
	II. 0,7000	1/200	2,00	0,400	0,102		

din cenușile a 12 țițeiuri românești și concentrațiile rezultate.

Datele din tabela 1 sînt obținute folosind metoda cu NH_3 și NH_4Cl [30], adaptată pentru cenuși de țiței, prin măsurători asupra primei trepte polarografice a concentrației de vanadiu din zece cenuși; treapta a doua, care se formează în acest mediu, este denaturată probabil de prezența cobaltului în țițeiuri și cenuși.

În tabela 2 sînt înscrise rezultatele măsurătorilor pentru concentrații ale undelor catodice ale vanadiului obținute prin metoda cu NaOH, NH_3, NH_4Cl și K III, din opt cenuși de țiței.

Pentru a putea aprecia reproductibilitatea celor două metode întrebuințate s-au executat dozări de probe de cenuși paralele din fiecare țiței. Se observă din tabela 1 că eroarea relativă medie pentru reproductibilitatea metodei, folosind mediul amoniacal simplu, este de 2,42%, lucrîndu-se la sensibilități diferite ale galvanometrului.

Din tabela 2 se observă că eroarea relativă medie pentru reproductibilitate este de 2,14%, pentru metoda cu complexon III și NaOH, lucrîndu-se la sensibilități diferite ale galvanometrului. În ambele cazuri, făcîndu-se determinări cu aceeași sensibilitate a galvanometrului, erorile sînt mult mai mici.

Pentru a verifica precizia celor două metode polarografice, rezultatele obținute pentru concentrațiile de vanadiu din cenuși s-au comparat cu rezultatele analizelor fotocolorimetrice [26]. În tabela 3 sînt trecute cele 12 țițeiuri cercetate cu caracteristicile lor principale, cu conținutul de cenușă și de vanadiu determinat prin metodele polarografice menționate și prin metoda fotocolorimetrică.

Din compararea cu determinările fotocolorimetrice s-a stabilit că eroarea relativă de precizie, în valoare medie, pentru metoda polarografică, folosind soluția de bază NH_3 și NH_4Cl, este de 2,57%; aceasta, probabil, din cauza măsurării mai dificile a primei trepte polarografice obținute în acest mediu.

Pentru metoda polarografică stabilită în această lucrare, folosind soluția de bază: 0,5 *M* NaOH, 4 *M* NH_3, 0,2 *M* NH_4Cl, 0,5 *M* K III, eroarea relativă de precizie, în valoare medie, este de 1,68%, condițiile de mediu fiind mai favorabile pentru determinări cantitative. Metoda s-a aplicat la conținutul de vanadiu în cenușile de țiței între 0,035 și 0,714%, iar erorile stabilite se referă la aceste concentrații. Limitele

Tabela 2

DETERMINAREA VANADIULUI POLAROGRAFIC CA COMPLEX CU DINATRIU-ETILENDIAMIN-TETRAACETAT (K III) DIN CENUȘI DE ȚIȚEIURI (REPRODUCTIBILITATEA DOZĂRII)

Denumirea probei	Cenușă, g	Curentul de difuzie			Vanadiu, %	Media, %	Eroarea relativă față de medie, %
		S	i_d, mm	$\frac{i_d}{1\,000\ S}$			
6. Oligocen	1,000	1/30	66,00	1,980	0,094	0,094	—
2. Sarmațian	I. 1,9994	1/70	17,75	1,243	0,030	0,031	1,64
	II. 2,0000	1/50	25,25	1,263	0,031		
1. Meoțian	I. 0,5000	1/50	35,50	1,770	0,166	0,166	Etalon
	II. 0,4994	1/70	25,00	1,750	0,165		
4. Meoțian	I. 0,2000	1/70	42,00	2,940	0,700	0,710	3,38
		1/100	29,00	2,900	0,690		
	II. 0,2002	1/70	44,25	3,097	0,734		
		1/70	43,00	3,010	0,714		
14. Meoțian	I. 0,5000	1/40	29,50	1,180	0,112	0,113	2,65
		1/40	31,00	1,240	0,116		
	II. 0,5002	1/70	16,75	1,173	0,111		
15. Meoțian	I. 0,7000	1/50	13,25	0,660	0.045	0,044	2,32
		1/70	19,00	0,630	0,043		
		1/40	15,00	0,600	0,043		
	II. 0,7002	1/40	16,50	0,660	0,045		
8. Ponțian	I. 0,4000	1/70	29,00	2,030	0,237	0,234	2,56
		1/100	20,00	2,000	0,237		
	II. 0,3998	1/70	27,50	1,925	0,228		
12. Dacian	I. 0,4000	1/70	59,00	2,730	0,324	0,329	2,43
		1/70	39,25	2,748	0,326		
	II. 0,4002	1/100	28,50	2,85	0,337		

Tabela 3

PRECIZIA DOZĂRII POLAROGRAFICE A VANADIULUI DIN CENUȘILE UNOR ȚIȚEIURI ROMÎNEȘTI

Formațiunea geologică și complexul	Tipul de țiței	Greutatea specifică	Cenușă, %	Vanadiul fotocolorimetric, %	Vanadiul polarografic tr. I, %	Eroarea relativă față de medie, %	Vanadiul polarografic cu K III, %	Eroarea relativă față de medie, %	Vanadiul în cenuși de țiței medie, %	Vanadiul în țițeiuri, p.p.m.
6. Oligocen	semiparafinos	0,8535	0,164	0,096	—	—	0,094	1,05	0,095	1,574
2. Sarmațian complex 3	parafinos	0,8350	0,341	0,035	0,037	2,77	0,031	6,03	0,034	1,194
11. Sarmațian	parafinos	0,8454	0,023	0,470	0,470	0,0	—	—	0,470	1,081
1. Meoțian complex 2	parafinos	0,8500	0,011	0,166	0,159	1,85	0,166	0,0	0,164	0,183
4. Meoțian interm.+ Ml	parafinos	0,8360	0,011	0,714	0,726	0,83	0,710	0,28	0,713	0,785
7. Meoțian	neparafinos	0,8086	0,004	0,076	0,082	3,79	—	—	0,079	0,032
14. Meoțian complex 1	parafinos	0,8640	0,107	0,118	0,126	3,27	0,113	2,16	0,119	1,273
15. Meoțian interm.	parafinos	0,8403	0,165	0,046	0,054	8,00	0,044	2,222	0,048	0,792
8. Pontian	neparafinos	0,7940	0,012	0,228	0,228	0,0	0,234	1,29	0,230	0,275
10. Dacian inferior	neparafinos	0,8850	0,025	0,493	0,511	1,79	—	—	0,502	1,255
9. Dacian superior	neparafinos	0,8364	0,220	0,108	0,102	5,171	—	—	0,105	2,310
12. Dacian superior	neparafinos	0,8108	0,040	0,326	—	—	0,329	0,45	0,327	1,305

concentrațiilor de vanadiu determinat au fost de 0,111 γ la 4,74 mg (sau 111 la 4 740 γ) în 50 ml volum de soluție rezultată supusă polarografierii, la sensibilități ale galvanometrului de 1/30 la 1/150, iar pentru concentrații de 0,222 mg la 9,49 mg în 50 ml soluție, la sensibilități de 1/50 la 1/300.

În mediul alcalin al soluției de bază, cu ajutorul K III s-au obținut complexonații de Fe și Al solubili, formă în care aceștia nu mai pot precipita cu NH_3 ca hidroxizi cu proprietăți adsorbante; se elimină astfel erorile provocate de pierderi ale vanadiului prin adsorbție, spre deosebire de metoda cu soluție de bază simplu amoniacală.

b) Din tabela 3 se constată că conținutul de cenușă al probelor de țiței analizate variază de la miimi de procente, 0,004, la zecimi de procente, 0,341. Se observă de asemenea că pentru țițeiurile din meoțian și pontian procentul de cenușă este în general mic, iar pentru cele din oligocen, sarmațian și dacian este relativ ridicat.

În toate probele de cenuși conținutul de vanadiu variază între limitele 0,035 și 0,714%, în medie 0,240%. Între conținutul de vanadiu al cenușii și tipul de țiței sau formațiunea geologică a țițeiului nu se observă vreo regularitate. În probele de țiței, conținutul de vanadiu variază între limitele de la 0,030 la 1,575 p.p.m., în medie 0,885 p.p.m. Așadar, concentrația de vanadiu în țițeiurile romînești variază în limite foarte largi, țițeiul cu conținutul cel mai mare de vanadiu avînd de 50 de ori concentrația mai mare decît proba cu conținut minim. Acest fapt este foarte important pentru tehnologia țițeiurilor romînești. Țițeiurile unor sonde care produc din meoțian și pontian conțin extrem de puțin vanadiu, și anume de la 0,18 la 0,76 p.p.m. și sînt, în general, țițeiuri parafinoase.

Țițeiurile romînești avînd conținut mic de vanadiu prezintă avantaje de prelucrare, dar micșorează posibilitatea obținerii vanadiului din cenușă, din care în unele țări se extrage. Deși conținutul vanadiului este mic în comparație cu al unor țițeiuri străine (sovietice, iraniene, americane), totuși, în procesul cracării acesta se poate acumula pe catalizator și-l poate otrăvi [8].

Din datele tabelei 3 nu se observă o legătură prea strînsă între conținutul de vanadiu al țițeiului și tipul de țiței, însă un conținut mai ridicat de vanadiu se întîlnește mai adesea la țițeiurile neparafinoase, și un conținut mai scăzut la cele parafinoase.

Se constată că între conținutul de vanadiu din țițeiurile romînești analizate și formațiunile geologice din care s-au recoltat țițeiurile respective există o oarecare legătură: concentrația vanadiului este mai mare pentru țițeiurile din oligocen, sarmațian și dacian — în medie circa 1,3 p.p.m. — și mai mică în țițeiurile din meoțian și pontian — în medie circa 0,3 p.p.m.

După A. P. Vinogradov și E. J. Hackford [15], [17], [18], [52] cauza care a produs

concentrarea primordială a vanadiului ar fi de natură biogenă; multe organisme vegetale și animale marine produc concentrații importante de vanadiu în corpul lor, care, căzînd în fundul apei, îmbogățesc în vanadiu sedimentele care se formează.

După M. Savul [52] șisturile argiloase, ca roci-mume de petrol, ar reține prin adsorbție aproape în totalitate conținutul de vanadiu, lăsînd să plece țițeiul cu un conținut mic de vanadiu; acesta este cazul țițeiurilor românești și probabil al celor poloneze, pe cînd țițeiurile iraniene și unele țițeiuri din unele zăcăminte din U.R.S.S. și S.U.A., în care calcarele au rol important, sînt foarte bogate în vanadiu, deoarece acestea, în foarte multe cazuri, nu au suferit deplasări față de seria depozitelor geologice în care s-au format.

După A. P. Vinogradov vanadiul ar apărea în fracțiunile mai grele ale țițeiului care se adsorb în cursul migrației mai ușor de către rocă decît fracțiunile mai ușoare.

III. CONCLUZII

1. Se aduce o contribuție la studiul conținutului de vanadiu din unele țițeiuri din țara noastră, cunoscîndu-se rolul deosebit pe care îl are acest metal din punct de vedere tehnologic. În procesul de cracare catalitică, prin acumulare pe catalizator, se poate produce o otrăvire severă a catalizatorului, cu pierdere de selectivitate. S-a stabilit că concentrația de vanadiu în țițeiurile românești variază între limite foarte largi, de la 0,030 la 1,574 p.p.m. Această constatare dă posibilitatea sortării țițeiurilor și fracțiunilor sale pentru cracare catalitică. S-a subliniat faptul că țițeiurile românești au conținut relativ scăzut de vanadiu, în comparație cu multe țițeiuri străine, ceea ce prezintă avantaje de prelucrare.

2. S-a stabilit că concentrația vanadiului este mai mare în țițeiurile din oligocen, sarmațian și dacian — în medie circa 1,3 p.p.m. — și mai mică în țițeiurile din meoțian și ponțian — în medie circa 0,3 p.p.m.

3. S-a studiat comportarea polarografică a vanadiului în stare pentavalentă, din cenușile a 12 țițeiuri diferite, în soluțiile de bază: $NH_3 + NH_4Cl$ și $NH_3 + NH_4Cl + K_2MgY$. Prima metodă s-a adaptat și s-a întrebuințat pentru determinarea cantitativă a vanadiului din 10 țițeiuri românești, stabilindu-se eroarea relativă de precizie în valoare medie de 2,57%.

Pe de altă parte, s-a studiat comportarea polarografică a vanadiului, în stare pentavalentă, în cenușile de țițeiuri în soluția de bază: $NaOH + NH_3 + NH_4Cl + H_2Na_2Y$ (complexon III), nefolosită pînă în prezent; s-a stabilit astfel că aceste condiții de mediu sînt mai favorabile pentru determinări cantitative, eroarea relativă de precizie, în valoare medie, fiind 1,68%. Metoda s-a aplicat la determinarea conținutului de vanadiu în cenușile de țiței între 0,035 și 0,714%; s-a dozat vanadiul din opt țițeiuri românești. Metoda polarografică stabilită satisface cerința determinării rapide și precise a microcantităților de vanadiu din cenușile de țițeiuri.

BIBLIOGRAFIE

[1] * * * În: Mejdunarodnîi neftianoi kongress. **IV**, 1961, p. 45—58.

[2] Glebovskaia, E. A. și Volkenstein, H. V. În: Jurnal obșcei himii **XVIII**, 7, 1948, p. 1 440—1 451.

[3] Dodd, C. G., Moore, J. W. și Denekas, M. O. În: Ind. Eng. Chem. **44**, 1952, p. 2 585—2 590.

[4] Dunning, H. N., Moore, J. W. și Denekas, M. O. În: Ind. Eng. Chem. **45**, 1953, p. 1 759—1 765.

[5] Barney, J. E. și Haight, G. P. Jr. Anal. Chem. **27**, 1955, p. 1 223—1 286.

[6] Skinner, D. A. În: Ind. Eng. Chem. **44**, 1952, p. 1 959—1 965.

[7] Katcenkov, S. M. *Maltie himiceskie elementî v osadocinîh porodah i neftiah.* **143**, Leningrad, 1959, p. 229—264.

[8] Mills, G. A. În: Ind. Eng. Chem. **42**, 1950, p. 182—187.

[9] Gunn, E. L. și Powers, J. M. În: Anal. Chem. **25**, 1953, p. 1 898—1 905.

[10] Hiett, T. A. și Cobetz, P. În: Anal. Chem. **28**, 1956, p. 1 495—1 497.

[11] Minor, C. K., Jones și Robert L. Hardy. În: Ind. Eng. Chem. **44**, 1952, p. 2 615—2 619.

[12] Betteridge, W., Sacka, K. și Lewis, H. În: J. Inst. Petroleum **41**, 1955, p. 170.

[13] * * * *The Science of Petroleum*, **II**, 1938, p. 1 053—1 055.

[14] Hölszky, C. și Sclifos, E. În: Petrol și Gaze nr. 3, 1957, p. 142—145.

[15] Guliaeva, L. În: Dokladî Akademii Nauk S.S.S.R. **67**, 1945 p. 503—505.

[16] Katcenkov, S. M. În: Dokladî Akademii Nauk S.S.S.R. **67**, 1949, p. 503—505.

[17] Gregorowicz, Z. În: Nafta **X**, 1956, p. 273—276.

[18] Schirey, W. B. În: Ind. Eng. Chem. **27**, 1931, p. 1 151—1 153.

[19] Malinina, V. I. și Varlamov, V. P. În: Zavod. laborator. **XXIV**, 11, 1958, p. 1 374—1 375.

[20] Wrightson, M. F. În: Anal. Chem. **21**, 1949, p. 1 543—1 545.

[21] Hopps, G. L., Berk, H. A. În: Anal. Chem. **24**, 1952, p. 1 050—1 051.

[22] Gregorowicz, Z. În: Nafta **XIII**, 1957, p. 39—41.

[23] Ștefănescu, P. În: Revista de Chimie **11**, nr. 1, 1960, p. 49—50.

[24] Babko, A. K., Pilipenko, A. T. *Analiza colorimetrică.* Varșovia, 1955.

[25] Sandell, E. B. *Colorimetric determination of traces of metals* ed. III, Interscience Publishers, New York-London, 1959.

[26] Șerbănescu, A. În: Petrol și Gaze nr. 9, 1960, p. 408—416.

[27] Forrester, J. S. și Jones, I. L. În: Anal. Chem. **32**, nr. 11, 1960, p. 1 443—1 446.

[28] Milner, O. I., Glass, J. R., Kirchner, J. P. și Yurick, A. N. În: Anal. Chem. **24**, nr. 11, 1952, p. 1 728—1 732.

[29] Karchmer, J. H. și Gunn, E. L. În: Anal. Chem. **24**, nr. 11, 1952, p. 1 733—1741.

[30] Spalenka Milos. *Metode polarografice în metalurgie.* Editura tehnică, Bucureşti, 1956, p. 80—81.

[31] Pribil, R. *Complexonii în chimia analitică.* Ed. tehnică, Bucureşti, 1961, p. 194—195.

[32] Pecsok, L. R. şi Juvet, R. S. Jr. În: J. Am. Chem. Soc. **75**, 1953, p. 1 202—1 205.

[33] Micka, K. şi Tockstein, A. În: Chemicke Listy, **48**, 1954, p. 648—654.

[34] Sulcek, Z. În: Collec. Czech. Chem. Communs, **23**, nr. 6, 1958, p. 1 052—1 055.

[35] Voriskova, M. În: Collec. Czech. Chem. Communs, **3**, 1932, p. 319.

[36] Cernikov, J., Dobkina. B. În: Zavod. lab. **16**, 1950, p. 402.

[37] Lingane, J. J. şi Meites, L. În: J. Am. Chem. Soc. **69**, 1947, p. 1 021.

[38] Filipovic, J. Hahl, Z. şi Gasparac, Z. În: J. Am. Chem. Soc. **76**, 1954, p. 2 074.

[39] Lingane, J. J. În: J. Am. Chem. Soc. **67**, 1945, p. 183.

[40] Lingane, J. J. şi Meites, L. În: J. Am. Chem. Soc. **69**, 1947, p. 1 882.

[41] Lingane, J. J. şi Meites, L. În: Anal. Chem. **19**, 1947, p. 159.

[42] Lingane, J. J. şi Meites, L. În: J. Am. Chem. Soc. **70**, 1948, p. 2 527.

[43] * * * IV Mejdunarodnîi neftianoi kongress, Moskva, 1956.

[44] Atanasiu, A. I. *Curs de electrochimie*, Ed. 3, Bucureşti 1954.

[45] Atanasiu, A. I. şi Facsko, G. *Electrochimie. Principii teoretice.* Ed. tehnică, Bucureşti, 1958.

[46] Heyrovsky, J. *Polarographie*, Wien, Springelverlag, 1941.

[47] Heyrovsky, J. şi Kuta, J. *Tratat de polarografie.* Ed. tehnică, Bucureşti, 1959.

[48] Kolthoff, I. M. şi Lingane, J. J. *Polarography*, vol. I şi II. Interscience Publishers Inc. New York-London, 1952.

[49] Meites Louis. *Polarographie tehniques* — Interscience Publishers Inc, New York, 1955.

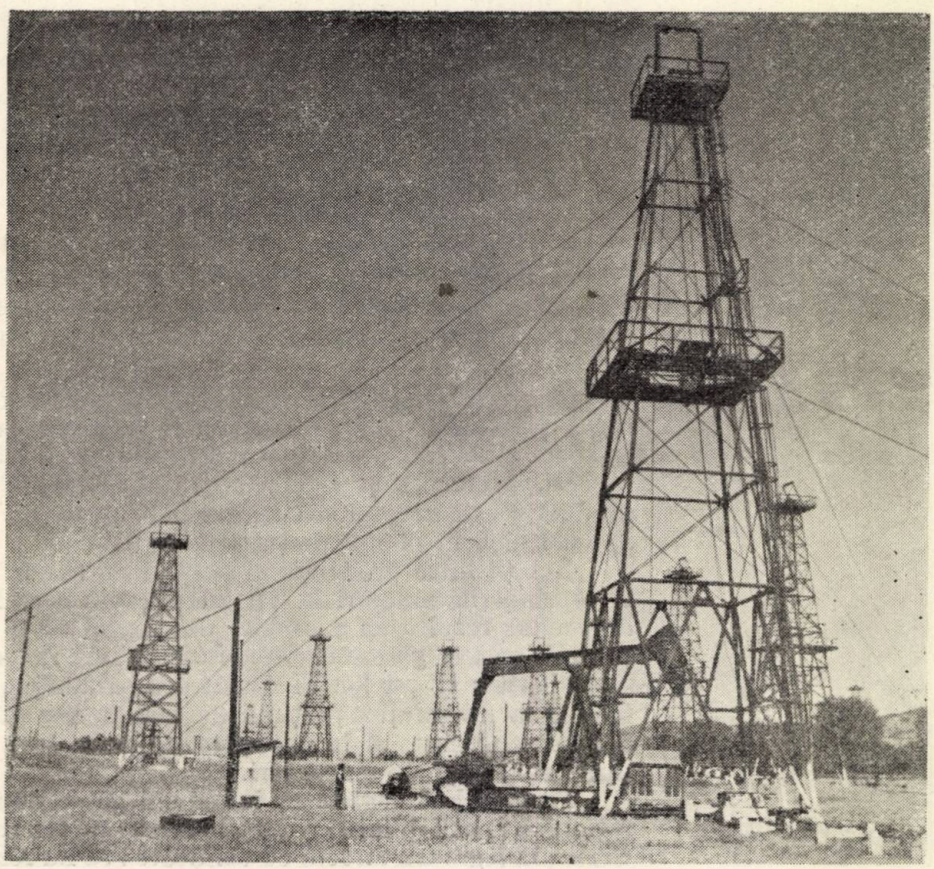
[50] Delimarskii, Iu. K. şi Korodiskii, A. V. *Elektrodnîie protesî i metodî isledovania v poliarografii* — Academia de ştiinţe din R.S.S. Ucraineană, 1960.

[51] Frunkin, A. N., Bogotlzi, V. S., Iofa, Z. A. şi Kabanov, B. N. *Cinetica proceselor electrodice.* Ed. tehnică, Bucureşti, 1954.

[52] Savul, M. Academia R.P.R.. Bul. ştiinţific, secţia ştiinţe tehnice şi chimice, **III**, 1, 1951, p. 133—142.

[53] Kakabadse, G. şi Wilson, G. H. Analyst, **86**, 1961, p. 402—407.

Manuscris primit în redacţie la 23 iulie 1962.



Schela Aninoasa Teiş

Influența creșterii producției asupra reducerii prețului de cost la întreprinderile de extracție a țițeiului

M. STOIAN

Formele cele mai importante ale prețului de cost în extracția de țiței care dau indicații asupra factorilor ce determină scăderea lui sînt cheltuielile de producție și calculația de cost pe produs. Cheltuielile de producție sau devizul de cheltuieli exprimă nivelul elementelor de cheltuieli (materiale, combustibil, energie, salarii etc.) în totalitatea lor și dă posibilitatea luării de măsuri cu caracter general pe fiecare element de cheltuială. Calculația pe produs dă posibilitatea de a se lua măsuri cu caracter analitic, în special pentru îmbunătățirea procesului de producție a fiecărui produs în parte.

Privind sub acest dublu aspect factorii care determină nivelul prețului de cost, ei se pot împărți astfel:

1. Creșterea volumului producției.
2. Creșterea productivității muncii.
3. Reducerea normelor de consum.
4. Folosirea rațională a utilajului și volumul amortizărilor.
5. Regim sever de economii prin gospodărirea socialistă.

Articolul de față tratează despre primul factor care influențează asupra reducerii prețului de cost în extracție.

*

Creșterea continuă a producției este calea cea mai importantă și unanim recunoscută pentru scăderea prețului de cost în toate ramurile economiei naționale.

După cum se știe, la o anumită cantitate din planul de producție este necesar să se prevadă și un volum corespunzător de cheltuieli în planul prețului de cost.

Relații între producție și preț de cost se întîlnesc la toate întreprinderile industriale, iar modificarea costului pe unitatea de produs rezultă cu deosebire din faptul că în structura prețului de cost se găsesc cheltuieli care rămîn invariabile în urma schimbărilor ce au loc în cantitatea producției. Acestea contribuie la micșorarea prețului de cost unitar atunci cînd producția se mărește și la depășirea acestuia dacă se micșorează cantitatea față de prevederi.

Progresele înregistrate în tehnologia producției, folosirea rațională a utilajului și a forței de muncă fac ca și cheltuielile ce sînt în legătură directă cu cantitatea să nu respecte constant ritmul ascendent al producției.

Deşi nu se poate afirma că există o proporţionalitate determinantă între creşterea producţiei şi reducerea preţului de cost, dependenţa cheltuielilor de cantitatea extrasă este cunoscută şi la schelele petroliere.

Articolele calculaţiei de ţiţei pot fi grupate după legătura lor cu producţia. Astfel, cotele de amortizări, cotele pentru descoperirea rezervelor, cheltuielile generale de întreprindere şi cheltuielile din afara schelei îşi menţin volumul şi se consideră în rîndul cheltuielilor constante. De asemenea, în alte articole se mai găsesc capitole de cheltuieli ce rămîn neschimbate în anumite limite ale volumului producţiei cum sînt cele generale de secţii din costurile comune ale secţiilor de producţie şi injecţia de apă şi gaze cuprinsă în articolul de cheltuieli cu îmbunătăţirea debitului straturilor.

Nivelul unor cheltuieli, ca cele energetice, salarii directe, reparaţii ale utilajului de fund şi suprafaţă, pompare, tratare, întreţinerea utilajului comun tuturor secţiilor, este influenţat însă de schimbările cantitative, denumite astfel ca fiind variabile.

În plan şi după realizările efective, preţul de cost al unităţii de produs are o mărime care diferă de la o schelă la alta, iar în cadrul aceleiaşi schele şi de la o secţie la alta. Dacă o parte din cheltuielile constante sînt planificate de către forul superior, cheltuielile variabile sînt determinate de specificul fiecărei schele, al fiecărei secţii. Aceste cheltuieli variabile sînt influenţate de nivelul producţiei şi de numărul de sonde productive.

Costul unei tone de ţiţei este mai scăzut la schelele sau secţiile cu debite mari şi număr relativ mic de sonde şi mai ridicat acolo unde numărul de sonde este mare şi debitele reduse.

Cheltuielile variabile sînt însă determinate ca mărime de sistemul de exploatare a sondelor productive, de debitul mediu pe sondă-lună efectivă; astfel, dacă în sectoarele Tg. Jiu şi altele ponderea cheltuielilor variabile în preţul de cost se ridică numai la 20—25%, în sectoarele Tîrgovişte, Ploieşti ponderea acestor cheltuieli în preţul de cost se ridică la 45—60%.

Structurilor vechi le este caracteristică scăderea cantităţii extrase de la o perioadă la alta din aceleaşi sonde şi straturi în exploatare. Micşorarea producţiei se calculează pe baza coeficientului de declin, un alt indicator principal în planul de producţie.

De obicei, scăderea debitului de ţiţei este urmată şi de schimbări în sistemul de extracţie. Sondele trec pe măsura epuizării rezervelor de zăcămînt de la sisteme cu productivitate ridicată şi preţ de cost redus, ca erupţia naturală şi cea artificială, la altele cu productivitate mai scăzută, ca pompajul şi lăcăritul, şi cu un preţ de cost ridicat. În cazul cînd asemenea schimbări nu au fost prevăzute în plan, efectuarea lor va influenţa atît cantitatea producţiei cît şi volumul şi structura cheltuielilor.

Dar preţul de cost al ţiţeiului este condiţionat în primul rînd de fondul de sonde productive.

Dacă creşterea fondului de sonde productive provine dintr-un număr mai mare de sonde noi decît cel estimat la întocmirea planului, pe lîngă creşterea de producţie din aceste sonde va avea loc şi o majorare a volumului cheltuielilor de extracţie.

Este cunoscut faptul că la începutul exploatării sondele noi au debite ridicate în comparaţie cu celelalte sonde similare mai vechi, de pe aceeaşi structură, şi prin intrarea lor în producţie, cu toate că se măresc cheltuielile totale de extracţie, preţul de cost pe tonă însă va scădea. Această posibilitate depinde însă de cantitatea producţiei suplimentare din astfel de sonde în plusul de producţie realizat de întreprindere.

Din creşterea producţiei numai pe seama debitului mediu nu ar trebui să rezulte vreo majorare în volumul cheltuielilor. Totuşi, la fondul de sonde existent, din aplicarea de măsuri suplimentare geologice şi tehnologice, ca perforări şi tratamente, sau prin utilizarea de scule şi materiale speciale etc., pe lîngă majorarea debitului mediu poate să aibă loc şi o creştere temporară a volumului de cheltuieli pe luna şi, eventual, pe trimestrul în care se execută, dar care se compensează cu micşorările din alte perioade, cînd nu mai este oportună executarea unor măsuri care nu sînt justificate de situaţia concretă în care se găsesc sondele respective.

În activitatea lor de zi cu zi, colectivele de muncă din schele se orientează ca să asigure o creştere a debitului de ţiţei fără cheltuieli materiale şi băneşti în afara celor din plan. Printre obiectivele de seamă în acest scop se numără eliminarea opririlor organizatorice, reducerea timpului neproductiv din lucrările de intervenţie, îmbunătăţirea muncii tehnologice şi de urmărire a producţiei sondelor. Aplicarea tehnicii noi şi a experienţei înaintate oferă posibilităţi nelimitate de intensificare a extracţiei din fondul existent de sonde. Ca o sarcină de acest fel este şi prevederea din planul pe anul 1963 de a se realiza o îmbunătăţire a extracţiei de ţiţei la sondele vechi.

Volumul producţiei depinzînd de mai mulţi factori, pentru ca din creşterea cantitativă să se realizeze o reducere tot mai mare a preţului de cost este necesar ca sporul de producţie din fondul prevăzut de sonde să fie mai mare decît cel obţinut printr-un număr suplimentar de sonde noi.

Stabilirea căilor prin care se realizează creşterea producţiei are o importanţă deosebită şi în extracţia de ţiţei, deoarece acestea influenţează diferit nivelul preţului de cost.

De asemenea, gruparea cheltuielilor şi apoi determinarea ponderii părţii constante în totalul preţului de cost au un rol esenţial în calculul coeficientului de scădere a preţului de cost.

Formulele ce se pot folosi în acest scop sînt în funcţie de condiţiile în care se prezintă fenomenul analizat.

Dacă avem o singură variaţie, şi anume cantitatea producţiei, ca în cazul nostru, coeficientul de scădere a cheltuielilor este, la rîndul său, produsul altor coeficienţi, şi anume produsul dintre coeficientul rezultat din raportarea părţii constante la total preţ de cost şi coeficientul producţiei de ţiţei peste plan sau :

$$R = \frac{Ch_k}{P_c} \cdot \frac{p'}{p}; \qquad (1)$$

$$p' = p - 100,$$

de unde:

$$R = \frac{Ch_k}{P_c} \cdot \frac{p - 100}{100 + (p - 100)},$$

în care :

R este coeficientul de reducere a preţului de cost;
Ch_k — partea constantă a cheltuielilor din preţul de cost;
P_c — preţul de cost total;
p — procentul de îndeplinire a planului de producţie;
p' — procentul sporului de producţie.

Vom considera convenţional că preţul de cost al ţiţeiului în trei perioade este de 100 lei/t, iar partea constantă în acest preţ este de 50%. Sporul de producţie grupat după proveniență este cel din tabela de mai jos :

Procente peste plan	Perioadele: A	B	C
Total, %	3	3	3
din care :			
— printr-un număr suplimentar de sonde noi, %	—	2	3
— din alţi factori aplicaţi la sondele vechi şi reactivarea sondelor inactive, %	3	1	—

În perioada A, coeficientul de reducere va fi :

$$R = \frac{50}{100} \cdot \frac{3}{103} = \frac{150}{10\,300} = 0{,}0146 \text{ sau, în procente, } 1{,}46\%.$$

Dacă cunoaştem şi cantitatea producţiei, putem să verificăm printr-un calcul analitic rezultatul de mai sus, notînd cu :

Q — cantitatea din plan sau dintr-o perioadă aleasă pentru comparaţie;
Q' — cantitatea realizată efectiv;
Ch_v — cheltuieli variabile.

Vom determina în prealabil preţul de cost micşorat P'_c:

$$P'_c = \frac{QCh_k + Q'Ch_v}{Q'}. \qquad (2)$$

Să admitem că s-a prevăzut cantitatea de 100 000 t şi s-a realizat, potrivit procentului arătat în tabela menţionată :

$$Q' = \frac{100\,000 \cdot 103}{100} = 103\,000 \text{ t.}$$

Preţul de cost micşorat va fi :

$$P'_c = \frac{100\,000 \cdot 50 + 103\,000 \cdot 50}{103\,000} = 98{,}54 \text{ lei/t}$$

şi coeficientul de reducere :

$$R = \frac{P_c - P'_c}{P_c} = \frac{100 - 98{,}54}{100} = 0{,}0146,$$

rezultat egal cu cel de mai sus.

Producţia în perioada B a înregistrat creşteri şi datorită unui număr suplimentar de sonde noi şi care provoacă o majorare a cheltuielilor de extracţie prin intrarea lor în exploatare, ce se va oglindi în micşorarea părţii constante a preţului de cost cu cota de amortizare care se măreşte.

Dacă socotim amortizarea la 35 lei/t, numai asupra restului de 15 lei (50—35 lei) se va exercita influenţa scăderii preţului de cost din plusul de producţie de la sondele noi. Calculul pentru sporul din alţi factori se efectuează mai departe pe total cheltuieli constante, adică nediminuate.

În perioada B, plusul de producţie provenind pe două căi cu nivel diferit al cheltuielilor constante trebuie să cunoască separat reducerea preţului de cost, însumîndu-se apoi coeficienţii obţinuţi.

Potrivit formulei (1) vom avea :

$$R = \left(\frac{50}{100} \cdot \frac{1}{101}\right) + \left(\frac{15}{100} \cdot \frac{2}{102}\right) = 0{,}005 + 0{,}003 = 0{,}008.$$

Coeficienţii de mai sus se obţin şi prin calcul analitic, aşa cum s-a arătat mai sus, determinînd, bineînţeles, pentru fiecare plus de producţie un preţ de cost micşorat. De exemplu :

$$P'_c = \frac{100\,000 \cdot 50 + 101\,000 \cdot 50}{101\,000} = 99{,}5 \text{ lei/t},$$

în cazul plusului din alţi factori, iar la sondele noi :

$$P'_c = \frac{100\,000 \cdot 15 + 102\,000 \cdot 85}{102\,000} = 99{,}7 \text{ lei/t}.$$

Observăm că prin sonde noi suplimentare, deşi producţia este dublată faţă de cea obţinută prin alţi factori, se realizează un coeficient de reducere a preţului de cost mult mai mic.

Sporul de producție în perioada C a rezultat numai din sonde noi suplimentare, iar coeficientul de scădere este:

$$R = \frac{15}{100} \cdot \frac{3}{103} = \frac{45}{10\,300} = 0{,}0043.$$

Acest coeficient este de trei ori mai redus decît cel din perioada A, cînd plusul de producție a fost egal cu cel din perioada C, dar obținut din alți factori.

Calculul procentului de reducere a prețului de cost pe seama creșterii producției se poate formula și în modul arătat mai jos:

$$R = \frac{A}{Q}\left(1 - \frac{1}{1+\frac{dQ}{100}}\right), \qquad (3)$$

$$R = \frac{A}{Q} \cdot \frac{1}{P_c} \cdot 100\left(1 - \frac{100}{100 + dQ}\right), \qquad (4)$$

$$R = \frac{A}{Ch}\, 100 \cdot \frac{dQ}{100 + dQ}, \qquad (5)$$

Ch fiind volumul total de cheltuieli.

Cu datele cunoscute ale perioadei A, scăderea în procente va fi:

$$R = \frac{5\,000\,000}{100\,000}\left(1 - \frac{1}{1+\frac{3}{100}}\right) = 50 - \frac{50}{\frac{103}{100}} =$$

$$= 50 - 48{,}54 = 1{,}46\%;$$

$$R = \frac{5\,000\,000}{100\,000} \cdot \frac{1}{100} \cdot 100\left(1 - \frac{100}{100+3}\right) = \frac{50}{100} \cdot 100 -$$

$$- \frac{10\,000}{100+3} = 0{,}5 \cdot \frac{100 \cdot 103}{103} - \frac{10\,000}{103} = 0{,}5 \cdot 2{,}913 =$$

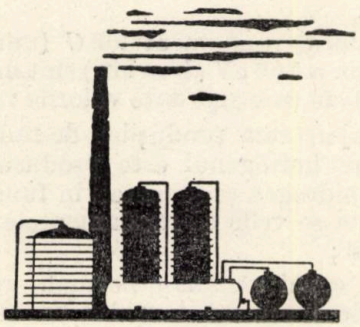
$$= 1{,}46\%;$$

$$R = \frac{5\,000\,000}{10\,000\,000} \cdot \frac{300}{103} = 0{,}5 \cdot 2{,}913 = 1{,}46\%.$$

În formulele de mai sus A reprezintă valoarea constantă a cheltuielilor de producție (neinfluențată de producție); dQ — creșterea de producție în procente.

Reducerea prețului de cost ca urmare a creșterii producției și din exemplele de mai sus confirmă că sporul de producție obținut prin măsuri intensive contribuie în perioada considerată la o scădere mai mare a prețului de cost decît pe calea extensivă, adică prin punerea în funcțiune de fonduri fixe suplimentare și care angajează sume mari de investiții, cum este cazul sondelor noi de țiței.

De aceea, colectivele de muncă din schele trebuie să mobilizeze toate sursele de care dispun în vederea îndeplinirii și depășirii planului de producție, cu deosebire prin intensificarea extracției din sondele vechi și inactive, prin aplicarea pe scară largă a unei tehnologii avansate, sarcină trasată de cel de-al III-lea Congres al P.M.R.



Cracarea radiotermică a hidrocarburilor lichide

Dr. C. CHIOTAN

Unul dintre procedeele de valorificare a hidrocarburilor grele, intrat de mult în uz, este cracarea. În operaţia de cracare se produc ruperi ale legăturilor C—H şi C—C şi ia naştere o serie de radicali, care formează prin reacţii secundare o gamă de produse gazoase şi lichide.

În procedeele clasice, cracarea se efectuează pe cale termică, prin acţiunea de scurtă durată a căldurii la temperatură înaltă asupra hidrocarburilor în fază de vapori.

O metodă modernă de cracare a hidrocarburilor este metoda cracării radiotermice. Pentru punerea la punct a acestei metode s-au întreprins unele cercetări, ale căror rezultate se arată în cele ce urmează.

Radioliza hidrocarburilor la temperatură ordinară. Acţiunea radiaţiilor nucleare asupra hidrocarburilor dă naştere la fenomene de radioliză, adică ruperi de legături, analoge celor observate la cracarea termică. Din studiul radiolizei hidrocarburilor la temperatura ordinară, efectuat de diferiţi cercetători [1], [2], [3], [4], [5], [6], care au utilizat pentru radioliză radiaţii alfa, gama sau electroni de înaltă energie, s-a ajuns la următoarele rezultate :

a) valorile randamentelor G (număr de molecule de produs formate la absorbţia a 100 eV absorbiţi) sînt mici, după cum se vede, spre exemplu, în tabela 1, în care sînt date valorile randamentului radiolizei *n*-hexanului ;

b) majoritatea produşilor de radioliză o formează produsele gazoase, dintre care hidrogenul este produsul principal. În figura 1 se arată producţia de hidrogen şi de metan în funcţie de energia absorbită în *n*-hexan. Din aceasta se vede că randamentele acestora descresc cu creşterea dozei de radiaţii ;

c) în cazul alcanilor normali, randamentul în hidrogen este independent de lungimea lanţului de atomi de carbon ;

d) randamentul în hidrogen este de asemenea independent de starea de agregare a hidrocarburilor, de natura radiaţiilor şi de densitatea de ionizare ;

e) producţia de metan creşte liniar cu energia absorbită de hidrocarbura iradiată (fig. 1). Totuşi, după unii autori care au studiat radioliza *n*-heptanului [3], s-au observat devieri de la liniaritate ;

f) randamentul în metan, la radioliza hidrocarburilor ramificate, este mai ridicat decît la hidrocarburile normale.

În ceea ce privește produsele de radioliză lichide, s-a constatat că ele conțin multe hidrocarburi nesaturate (olefine și diene cu duble

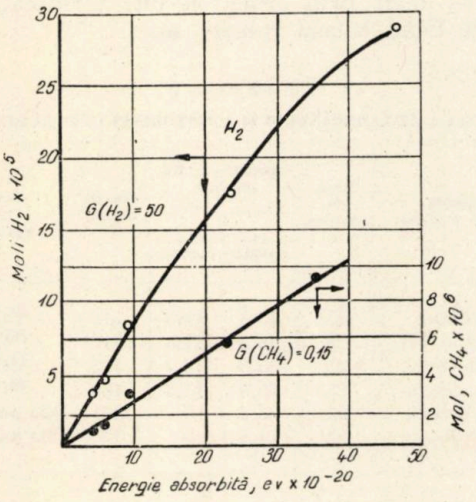


Fig. 1. Producția de hidrogen și metan în funcție de energia absorbită, în *n*-hexan lichid.

legături conjugate), precum și hidrocarburi saturate „dimere".

Rezultatele obținute au permis să se tragă concluzia că, la temperatura ordinară, reacțiile inițiate în procesul de radioliză au caracter izolat, cu degajare de mari cantități de hidrogen, și nu sînt reacții în lanț.

Mecanismul reacțiilor ce duc la formarea produșilor de radioliză arătați nu este pe deplin clarificat.

Tabela 1

RANDAMENTUL RADIOLIZEI *n*-HEXANULUI (PER 100 eV)

Produsul radiolizei	*G* molec./100 eV	Produsul radiolizei	*G* molec./100 eV
H_2	5,0	*i*-C_4H_{10}	0,005
CH_4	0,4	*n*-C_4H_{10}	0,8
C_2H_2	0,15	C_4H_8	0,46
C_2H_4	0,63	*i*-C_5H_{12}	Urme < 0,05
C_2H_6	0,63	*n*-C_5H_{12}	Urme < 0,05
C_3H_6	0,49		
C_3H_8	0,67		

Procesele primare ce duc la descompunerea radiolitică a alcanilor ar fi reprezentate schematic prin următoarele reacții :

$$C_nH_{2n} + 2 \rightsquigarrow C_nH_{2n} + 1 + H \quad (1)$$

$$C_nH_{2n} + 2 \rightsquigarrow C_iH_{2i} + 1 + C_jH_{2j} + 1 \quad (2)$$

Reacțiile de tipul (1) duc la formarea de radicali și atomi H prin ruperea legăturilor C—H.

Procesul de formare a hidrogenului și a metanului s-ar produce prin reacții de scoatere, ca :

$$H + RH \rightarrow H_2 + R \quad (3)$$

$$CH_3 + RH \rightarrow CH_4 + R \quad (4)$$

Radicalii CH_3 provin din capetele catenei, prin ruperea legăturilor C—C reprezentate prin tipul (2) de reacții.

Pe lîngă reacțiile de scoatere, radicalii pot suferi reacții de disproporționare sau de cuplare :

$$2C_nH_{2n} + 1 \rightarrow C_nH_{2n} + C_nH_{2n} + 2 \quad (5)$$

$$2C_nH_{2n} + 1 \rightarrow C_{2n}H_{4n} + 2 \quad (6)$$

Reacțiile de cuplare de tipul (6) au loc în proporție extrem de mică în radioliză — la temperatura ordinară.

Cracarea radiotermică. Acțiunea radiațiilor nucleare asupra hidrocarburilor lichide, la temperaturi ridicate, a fost studiată de puțini cercetători și numai în ultimii cinci ani, deși cercetările de acest gen prezintă interes atît teoretic cît și aplicativ, prin realizarea cracării radiotermice în instalații industriale.

Utilizarea industrială a cracării radiotermice a hidrocarburilor este determinată de următorii factori :

a) de posibilitatea inițierii radiolitice a unei reacții în lanț ;

b) de posibilitatea obținerii produselor cu un randament mare și într-un amestec ușor separabil. În cracarea radiotermică aceste posibilități există, întrucît radiațiile induc formarea centrilor de inițiere, iar temperatura ridicată înlătură barierele de activare, care împiedică desfășurarea reacției.

Dintre lucrările de acest gen, se citează :

a) lucrările lui Lucchessi și colaboratorii [7], care au studiat acțiunea radiațiilor gama de ^{60}Co, de la o sursă de 3130 Curie, și a radiației mixte (neutroni plus gama) ale unui reactor nuclear, la temperaturi înalte, asupra *n*-hexadecanului, metilciclohexanului și a două mostre de produs petrolier, motorină, cu intervale de fierbere 316—371°C, respectiv 316—357°C ;

b) lucrările lui Topciev și colaboratorii [8], care au studiat cracarea raditermică a *n*-heptanului, cu un flux de electroni de 900 keV ;

c) lucrările lui Brodski și colaboratorii [9], care au studiat radioliza la temperaturi ridicate a amestecului de hidrocarburi din fracțiunile de motorină cu intervale de fierbere între 200 și 350°C, sub influența radiațiilor mixte ale unui reactor nuclear.

În lucrările [7], la folosirea sursei de ^{60}Co vasul de reacție a fost o țeavă de 500 ml capacitate, precedată de un preîncălzitor, ambele răsucite în jurul unei conducte de aluminiu de 6″, în care se putea introduce sursa de ^{60}Co

fig. 2). Preîncălzitorul a fost protejat cu plumb spre partea serpentinei de reacție, pentru a minimaliza radiocracarea în preîncălzitor. În timpul menținerii la temperatură ridicată, sursa de ^{60}Co era răcită cu aer, spre a evita topirea învelișului de aluminiu. Intensitatea radiației a fost de ordinul a 10^5 rad/h.

Pentru cercetările făcute în reactorul nuclear, s-a folosit vasul de reacție schițat în figura 3, care se compune dintr-o conductă de aluminiu, cu un diametru de 1 1/2'', introdusă într-un

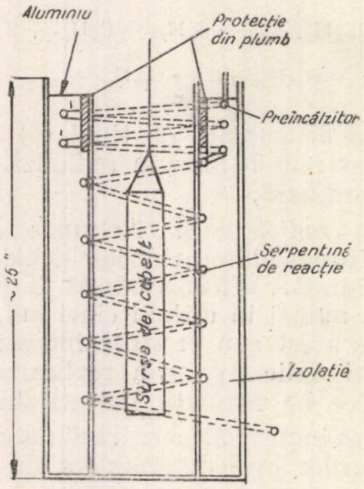


Fig. 2. Schița aparatului pentru cracarea indusă de radiațiile ^{60}Co.

cuptor tubular din oțel inoxidabil și cu posibilități de ridicare a temperaturii pînă la 540°C. Temperatura era măsurată cu șapte termocupluri.

Produsele cracării radiotermice au fost trecute printr-o capcană rece și una cu gheață uscată, unde s-a condensat majoritatea produselor. Gazul necondensabil a fost trecut printr-un scruber, apoi printr-un contor, și după ce s-au luat probe pentru analiză s-a evacuat în atmosferă. Toate experiențele au fost făcute cîte două, cu și fără radiații. Produsele lichide ob-

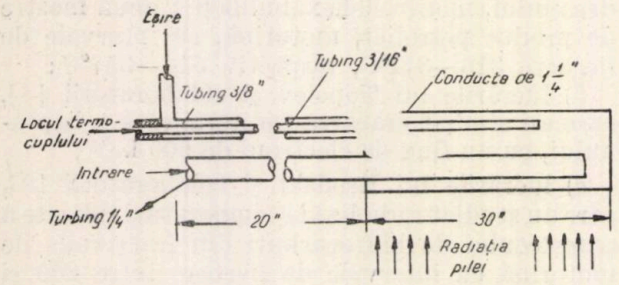


Fig. 3. Schița aparaturii pentru cracarea indusă de radiația pilei nucleare.

ținute au fost cîntărite cu precizie și apoi distilate pe coloană. Compoziția probelor s-a studiat cromatografic, determinîndu-se aromaticele, olefinele și saturatele. Compoziția gazelor s-a determinat prin spectrometria de masă. Rezultatele obținute sînt arătate în tabela 2.

Din tabelă se vede că prin cracarea radiotermică s-au obținut întotdeauna conversii mai ridicate decît prin cracarea pur termică, diferențele fiind totuși relativ mici.

Tabela 2

CONVERSIA *n*-HEXADECANULUI ȘI A MOTORINEI ÎN FAZĂ DE VAPORI

Materia primă iradiată	Timp de iradiere, s	Conversie, % din greutate		Temperatura, °C	Sursa de radiație
		cu radiații	fără radiații		
Motorină I	25	45,3	41,3	510	^{60}Co
Motorină II	25	38,8	34,4	510	^{60}Co
n-hexadecan	25	25,5	18,7	482	^{60}Co
n-hexadecan	25	15,5	11,8	468	^{60}Co
n-hexadecan	61	6,4	0	371	Pila nucleară
n-hexadecan	58	4,8	0	327	Pila nucleară

Interesant a fost faptul că la temperaturile de 371 și 327°C s-au obținut unele produse la cracare în prezența radiațiilor, la timpi de contact la care nu s-a obținut nici o conversie la cracarea termică fără radiații. Comparîndu-se compoziția produselor obținute prin radiocracare la aceste temperaturi cu aceea a produselor obținute prin cracare termică la 500°C, după cum se vede din tabela 3, s-a observat o mare asemănare a distribuției produselor de descompunere.

Tabela 3

COMPOZIȚIA PRODUSELOR C_1—C_5 LA RADIOCRACAREA ÎN REACTORUL NUCLEAR ȘI LA CRACAREA PUR TERMICĂ

Produsele	Temperatura, °C		
	327	371	500
	Radiația pilei nucleare	Radiația pilei nucleare	—
	compoziția, moli, %		
CH_4	23,9	31,1	19,2
C_2	60,0	55,1	47,2
C_3	11,2	12,2	21,8
C_4	4,0	1,2	8,3
C_5	0,5	0,0	3,2

Urmărindu-se compoziția produselor de radiocracare a hexadecanului la diferite temperaturi (200, 370, 470°C), s-a observat că trecînd de la temperaturi joase la temperaturi înalte reacția se schimbă de la procese izolate de descompunere—care dau gaze bogate în hidrogen—la reacții în lanț, care dau gaze cu conținut relativ mic de hidrogen.

Un aspect remarcabil al radiocracării este că randamentele radiației sînt extrem de ridicate la temperaturi înalte de 10^4—10^5 molecule descompuse per radical format prin iradiere.

Randamentele y definite astfel diferă de valorile lui G prin aceea că ele reprezintă valorile lui G împărțite prin numărul de radicali formați la 100 eV absorbiți. Randamentele y cresc o dată cu creșterea temperaturii și există totuși o tendință de descreștere a lor, o dată cu creșterea intensității radiației, și de a fi mai slabe în fază condensată.

Studiind cracarea radiotermică a n-heptanului la 200°C (cu electroni de 900 keV) în funcție de doza de iradiere, Topciev și colaboratorii au constatat că formarea hidrogenului, a metanului și a compușilor nesaturați crește o dată cu doza de radiații, deviind de la liniaritate numai la doze integrale mari (fig. 4).

Dependențele randamentelor radiotermice ale metanului și hidrocarburilor fracțiunii C_2—C_5 de

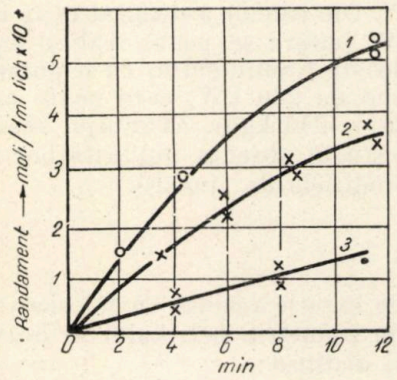


Fig. 4. Cinetica cumulării producției de radioliză a n-heptanului la 200°C: *1* — hidrogen; *2* — olefine lichide; *3* — metan.

temperatură sînt arătate în figura 5. În aceasta se vede că creșterea încetă a randamentului fracțiunii C_2—C_5 și a metanului, pînă la temperaturi de circa 300°C, își schimbă alura la

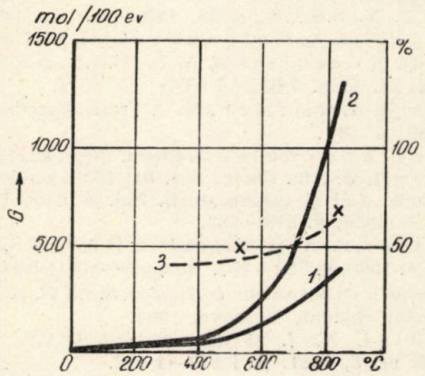


Fig. 5. Variația randamentului radiochimic al metanului: *1*—fracțiune C_2—C_5; *2*—de temperatură; *3*—procent de hidrocarburi nesaturate ale fracțiunii C_2—C_5.

temperaturi mai mari. O dată cu aceasta crește și procentul de hidrocarburi nesaturate în această fracțiune, atingînd circa 60%. Ca și în lucrările lui Lucchessi, s-a constatat că cracarea radiotermică a n-heptanului are loc la temperaturi mai scăzute decît prin tratarea pur termică, care decurge cu viteză însemnată la temperatura de circa 500°C. Randamentul compușilor lichizi nesaturați, determinat prin cifra de brom, după separarea fracțiunii gazoase, crește de la 1,8 molecule/100 eV la temperatura ordinară, pînă la 340 la 450 °C. Aceste fapte împreună cu constanța vitezei de cracare au permis să se presupună că cracarea radiotermică decurge cu participarea catenelor neramificate, corespunzător mecanismului cracării termice general admis.

Reprezentînd variația logaritmului produșilor de cracare a fracțiunilor de motorină în funcție de inversul temperaturii absolute [9], s-a găsit o curbă de formă caracteristică, ca în figura 6.

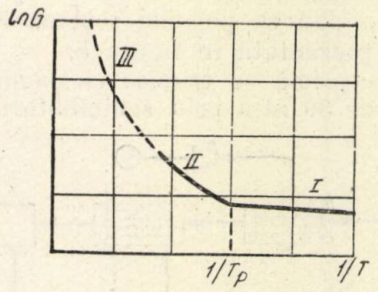


Fig. 6. Dependența schematică a ln G de $1/T$, T_p — punctul critic.

În această variație s-au observat trei regimuri deosebite. În regimul I, valoarea $L_n G$ se schimbă puțin cu creșterea temperaturii, pînă la o valoare critică T_p de circa 600°K, de la care începe regimul II, unde valoarea lui G începe să crească repede. O dată cu G crește și energia de activare: de la valori de circa 1 kcal în regimul I, ea atinge valoarea de 20 ± 5 kcal în regimul II. În regimul III randamentul crește și mai repede, el depinzînd nu numai de doza totală de energie absorbită ca în regimurile I și II, ci începe să depindă foarte mult de doza de debit.

Existența regimului II a fost menționată prima dată în lucrările [8], în studiul cracării n-heptanului și a fost denumită regimul cracării radiotermice. Valoarea lui T_p găsită la cracarea n-heptanului a fost de 230°C.

Ca o constatare generală s-au confirmat randamentele ridicate ale radiocracării la temperaturi înalte găsite de Lucchessi și colaboratorii.

În ceea ce privește viteza de formare a produșilor cu moleculă mare, a „polimerilor", în funcție de temperatură, curba respectivă are o altă formă, cu totul deosebită (fig. 7). G_{V_0} din figură reprezintă numărul de molecule de hidrocarbură din fracțiunea de motorină care s-au transformat în produși „polimeri". Din figura 7 se vede că începînd cu temperatura T_p valoarea $L_n G_{V_0}$ începe să se micșoreze.

Rezultatele obținute experimental arată că cracarea radiotermică intră în posibilitățile actuale ale tehnicii atomice. Pentru aceasta, ale-

gerea sursei de radiații ionizante pentru inițierea procesului constituie o parte esențială a schemei tehnologice a procesului. Dintre toate sursele, cea mai puternică este reactorul nuclear.

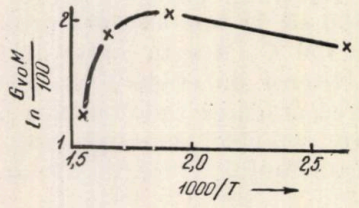


Fig. 7. Variația randamentului radiochimic al reziduului „polimer" în funcție de temperatură.

Pentru cracarea radiotermică, Topciev și colaboratorii dau ca posibilă schema energotehnologică prezentată în figura 8.

Materia primă se trimite cu pompa *6* sub presiune de 30 atm prin schimbătorul de căl-

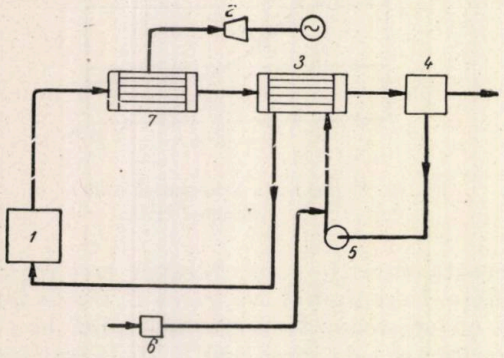


Fig. 8. Schema energotehnologică posibilă a efectuării procesului de cracare radiotermică.

dură economizor *3* în reactorul chimico-nuclear *1* (reactor eterogen de înaltă temperatură, cu combustibil îmbogățit). În acesta are loc cracarea radiotermică, la temperatura de circa 500°C sub acțiunea energiei cinetice a produșilor de fisiune. Din reactor, gazele trec prin cazanul *7* (unde cedează o parte din energia lor termică, pentru formare de abur ce merge în turbina *2*), apoi în schimbătorul de căldură *3*, preîncălzind gazul proaspăt. De aici produsele ajung la instalația de fracționare *4*, de unde trec mai departe la prelucrarea chimică, iar gazele rămase după fracționare se înapoiază prin pompa de recirculație *5* în schimbătorul de căldură, reintrînd în circuit, după ce se unesc în prealabil cu amestecul proaspăt de hidrocarburi.

Pentru un reactor de 10 MW, la folosirea a 10 % din energia cinetică a fragmentelor de fisiune, schema propusă ar permite să se prelucreze $36{,}4 \cdot 10^3$ kg/h.

Realizarea unei astfel de scheme necesită purificarea produșilor de cracare de produșii de fisiune radioactivi rămași ca impurități. Această schemă nu poate fi folosită pentru cracarea radiotermică a majorității hidrocarburilor naturale, bogate în azot, sulf și metale grele, impurități care posedă secțiuni mari de captură a neutronilor termici, provocînd o activare însemnată a produsului, și înrăutățesc balanța de neutroni din reactor.

Al doilea mod de folosire a energiei din reactor pentru scopuri chimice este circuitul de radiații, cu aliaj de indiu, galiu, ca sursă de radiații gama, soluție prelucrată în Institutul „Karpov". Din calcule a rezultat că în reactorul de 10 MW putere se poate realiza un circuit de 20 l de aliaj indiu-galiu, cu o putere în radiații gama de 230 kW, care poate asigura o prelucrare de 240 kg/h. Avantajul acestui procedeu constă în absența impurităților radioactive în produsele de cracare.

CONCLUZII

Din cele expuse rezultă că folosirea energiei atomice în industria petrolului se dezvoltă pe două linii distinse :

1. Folosirea pe scară largă a izotopilor radioactivi în automatizarea cît mai completă a proceselor tehnologice.

2. Utilizarea de reactori nucleari pentru cracarea radiotermică a petrolului.

BIBLIOGRAFIE

[1] Dewhurst, H. A. Phys, J. Chem. **61**, 1957 p. 1 466.
[2] Polak, Topciev, Cerniak, și Kacikurova. D. A. N. S.S.S.R., 1958, **119**, nr. 1, p. 117—120.
[3] Brodski, A. I., Kolbanovski, I. A., Filatova E. D. și Cernîșeva, A. S. D.A.N. S.S.S.R. 1958, **122**, nr. 6, p. 1 035—1 038.
[4] Back, R. A. și Miller, N. J. Trans. Faraday Soc. **55**, 1959, p. 911.
[5] Forsyth și Schuler. J. Chem. Phys, **22**, 1954, p. 66.
[6] Futrell. J. Am. Chem. Soc. **81**, 1959, p. 5 921.
[7] Lucchessi și colaboratorii. Ind. a Eng. Chem. **50**, nr, 6, 1958, p. 879—884.
[8] Topciev, A. V. și colaboratorii. D.A.N. S.S.S.R., **130**, nr. 4, 1960, p. 789—792. *Radioactivnie izotopi i iadernie izlucenia v narodnom hozeaistvo S.S.S.R.* p. 206—210, Gostoptehizdat, Moscova, 1961.
[9] Brodski, A. I. și colaboratorii. D.A.N. S.S.S.R., **138**, nr. 5, 1961, p. 1 143—1 146.

La Otriadnîi, centrul bogatului zăcămînt petrolier Muhanovsk din regiunea Kuibîșev, a intrat în funcțiune o nouă uzină de dezbenzinare. Gazele naturale obținute la extracția țițeiului vor fi dirijate la întreprinderile chimice pentru fabricarea cauciucului sintetic, materialelor plastice, fibrelor sintetice și a altor produse valoroase. Consumatorii principali ai noii uzine sînt Fabrica de alcool sintetic din Novokuibîșevsk și Fabrica de cauciuc sintetic din Stavropol.

Un nou centru de extracție a țițeiului și gazelor a luat naștere în regiunea Perm din Urali. Țițeiul obținut este de bună calitate, deoarece conține o cantitate redusă de sulf. După calculele geologilor aici se găsesc importante rezerve de combustibil lochid și gaze. O mare însemnătate o are așezarea geografică a noilor zăcăminte în apropierea unor raioane industriale de importanță unională.

La Rafinăria de petrol din Krasnovodsk s-a construit o secție specială pentru producerea sulfonolului, o substanță de spălare sintetică sub formă pulverulentă, care înlocuiește cu succes săpunul în industriile textilă, alimentară, de pielărie și în alte ramuri industriale. Sulfonolul de Krasnovodsk este solicitat nu numai în U.R.S.S. ci și peste hotare.

Academicianul D. M. Guseinov din Baku a elaborat tehnologia unui valoros stimulator de creștere pentru plante și animale, folosind deșeurile rafinăriilor de petrol. În compoziția chimică a noului stimulator intră săruri sodice ale acizilor naftenici, obținute la prelucrarea cu alcalii a distilatelor petrolului lampant și motorinei. Prin folosirea stimulatorului ca îngrășămînt se realizează sporuri de producție de 25—200%, iar dacă este introdus în rația zilnică a păsărilor se obțin un spor de greutate vie de 6—12% și o mărire a cantității de ouă cu 13—18%. Noul stimulator administrat în soluție de 20—30% este un ierbicid foarte eficace.

Filiala Volga—Ural a Institutului unional de cercetări științifice pentru metodele geofizice de prospecțiuni a construit o serie de noi aparate: cavernometre, electrotermometre etc. De curînd a trecut cu succes probele industriale un nou cavernometru care poate funcționa în sonde cu temperatura pînă la 250°C și cu presiunea la talpă de 1 200 kg/cm².

Pentru curățarea apelor Golfului Baku de produsele petroliere, un colectiv de specialiști sovietici a propus construirea unui dig plutitor, cu locuri de trecere pentru nave, pe o distanță de circa 7 km, între capul Șahov și limba de nisip Bailovski. Țițeiul adunat lîngă dig se va scurge în rezervoare plutitoare. Deservirea digului nu va fi complicată: verificarea periodică a traseului digului, reparațiile curente și remorcarea rezervoarelor umplute. Calculele preliminare confirmă că pentru montarea digului se vor cheltui circa 800 000 ruble, sumă care se va recupera în mai puțin de un an.

Printre importantele succese obținute de geologii din Uniunea Sovietică în cursul anului 1962, trebuie menționată descoperirea noilor zăcăminte de țiței de mari proporții în Peninsula Mangîșlak, Kazahstanul de vest, în regiunile Irkutsk și Tiumen. În prezent, pe terenurile petroliere descoperite sînt în curs noi lucrări de explorare.

Punerea în valoare a noilor zăcăminte deschide largi perspective pentru crearea și amenajarea unor noi centre de exploatare, contribuind astfel la o mai bună amplasare geografică a industriei petroliere din U.R.S.S.

Pentru combaterea coroziunii țevilor de extracție, pompelor, tijelor și altor utilaje folosite la extracția țițeiului cu o proporție ridicată de sulf, specialiștii sovietici au reușit să elaboreze procedeul tehnologic de fabricație a unui nou inhibitor de coroziune. Introducerea acestui inhibitor în sonde contribuie la formarea unor pelicule de protecție de calitate superioară, care împiedică corodarea produsă de sulf.

Inhibitorul se produce din reziduul provenit de la rectificarea parafinei oxidate. Reziduul se neutralizează cu un amestec format din preparatul PB-8/2 (un produs de condensare a anilinei și monoetanolaminei cu urotropina) și soluție amoniacală de nitrit de sodiu.

Inhibitorul se dizolvă în țiței în proporție 1: 2 și se introduce în sondă în proporție de 0,15% față de țițeiul extras.

Este important faptul că fabricarea inhibitorului revine la un preț de cost foarte redus, întrucît materia primă folosită este un deșeu de fabricație, care nu găsește o întrebuințare în practică.

Noul inhibitor a fost încercat pe scară industrială la schela nr. 1 a Direcției Îșimbaineft din cadrul Uniunii Bașneft. S-a constatat că utilizarea inhibitorului reduce viteza de coroziune de 20 ori, prelungindu-se astfel durata de serviciu a utilajului.

Brigada condusă de sondorul-șef D. Mihailov de la Oficiul I de foraj al trestului Tuimazaburneft a reușit să foreze, în cursul anului 1962, 40 000 m. Planul de foraj prevăzut în acest an pentru brigadă era de 22 000 m, iar angajamentul luat era de 30 000 m. Așadar, depășirea față de plan a însumat 18 000 m forați.

În cursul anului 1962, această brigadă a economisit peste 300 mii ruble—fonduri suficiente pentru forarea altor 5—6 sonde de țiței. În același timp, sondorii au acordat ajutor brigăzilor de foraj vecine, pentru obținerea unor rezultate superioare.

Colaboratorii Institutului de cercetări științifice al industriei petrolului din U.R.S.S. au pus la punct procesul tehnologic de fabricație a unui nou dezemulsionant neionic pe bază de oxietilare a acizilor grași. Dezemulsionantul prezintă o serie de avantaje în comparație cu contactul negru neutralizat, care se folosește în prezent.

În comparație cu contactul negru neutralizat, pentru desalinizarea unei tone de țiței cheltuielile de exploatare se reduc, în cazul folosirii noului dezemulsionant, de cinci ori. În afară de aceasta, investițiile de capital necesare sînt de nouă ori mai mici. De asemenea se economisește o cantitate mare de acid sulfuric și sodă caustică, folosite în prezent pentru fabricarea contactului negru neutralizat.

În anul 1961, producția de gaze naturale în R.P.U. a atins 323 mil. m³. Se consideră că această producție, datorită noilor zăcăminte descoperite în marele șes ungar, va trebui să atingă în 1965 1 800 mil. m³. Printre alți consumatori industria metalurgică va consuma 600 mil. m³ pe an.

Recent s-a pus la punct un nou catalizator de cracare care permite creşterea producţiei de benzină cu 5—10%, pornind de la uleiuri minerale. Deşi nu au fost publicate detalii în legătură cu compoziţia acestui catalizator se consideră că el conţine clorură de ceriu.

O nouă rafinărie modernă este în curs de construcţie în Italia. Această rafinărie are o capacitate de prelucrare de 4,1 mil. t anual, cu o rezervă de capacitate de 30%.

În R. P. Polonă, capacitatea de prelucrare a rafinăriilor a crescut în 1962 cu 45%, dezvoltîndu-se în special capacitatea de producţie a instalaţiilor de benzină şi motorină.

Dibrometanul folosit ca adaos la tetraetilplumbul a fost înlocuit cu dicloretan cu rezultate bune, în vederea eliminării bromului, deficitar în unele ţări.

În Siberia, geologii sovietici au descoperit pînă acum 17 zăcăminte de gaze şi şase de petrol, care permit crearea unei puternice industrii petroliere şi de prelucrare a gazelor.

În R. S. Cehoslovacă, în cadrul rafinăriei de la Bratislava, a început construirea unei instalaţii pentru separarea monomerilor rezultaţi din gazele formate în instalaţia de cracare. În acest mod etilena şi propilena rezultate de la cracare vor fi valorificate prin trecerea lor în polimeri.

La 115 km sud-est de Hassi Messaoud s-a descoperit recent un nou cîmp petrolier. Succesul înregistrat în forajul de extensiune Rb 3 bis, în zona Rhoude-el-Baguel, permite să se conchidă prezenţa unui mare zăcămînt: se presupune că rezervele ar fi de ordinul a 40—50 mil. t.

Întreprinderilor care au în vedere punerea în exploatare a zăcămîntului imediat ce problema evacuării petrolului va fi rezolvată li se oferă trei posibilităţi în acest ultim scop: 1) mărirea capacităţii conductei Hassi Messaoud-Bougie prin adăugarea unor noi staţii de pompare; 2) dublarea conductei Hassi Messaoud-Bougie prin aşezarea în paralel a unei a doua conducte; 3) construirea unei noi conducte, cu un traseu cu totul diferit.

Se pare că această ultimă ipoteză ar putea fi reţinută numai cu greu, dată fiind construirea, foarte recentă, a unei conducte de 200 km pentru evacuarea petrolului din Tinfouyé pe In Amenas şi La Skirra. După ultimele aprecieri, rezervele recuperabile din Tinfouyé ar fi de aproximativ 30 mil t.

Se anunţă că la Anetazana de la Ribera, la 27 km de Vitoria, în Navarra, la o adîncime de 2 700 m, pînă în prezent au fost înregistrate debite de gaze într-o cantitate de 17 000 — 20 000 m³. Forajul continuă.

În Peninsula Sinai din Egipt s-a descoperit gaz natural. Gazul intrat deja în exploatare este folosit pentru producţia de feromangan.

În prezent, producţia de gaze atinge circa 300 000 m³/zi. O parte din această cantitate serveşte la asigurarea funcţionării a trei turbine de 7 000 kW, recent instalate.

Se afirmă că, mai tîrziu, gazul va fi utilizat pentru o instalaţie de distilare a apei a cărei producţie va fi de 4 mil. l/zi.

În Israel se vor săpa în următoarele 12 luni patru noi foraje în regiunile Zohar, unde un zăcămînt de gaz natural este deja în producţie, Har Canaim, Wadi Ramon şi Zia, în deşertul Negeb.

Unul dintre forajele efectuate în zăcămîntul din Zohar trebuie să atingă adîncimea de 4 000 m, iar în apropiere de Zia se intenţionează să se foreze la adîncimea de 2 500 m.

În urma recentelor descoperiri de zăcăminte de gaze în America de Sud, s-a hotărît construirea a două conducte principale de transport, dintre care una va servi la transportul petrolului descoperit în acelaşi zăcămînt, iar cealaltă va fi rezervată gazului natural.

Conducta pentru gaze va avea o lungime de aproximativ 2 000 km şi va lega zăcămîntul de gaze din Caranda cu zăcămîntul din Rio Grande (în centrul Boliviei), apoi va alimenta centrele industriale al Braziliei.

Se speră că producţia va fi de ordinul a 8 mil. m³ de gaze pe zi.

De asemenea, se relatează că, după îndelungi cercetări, au fost făcute recent importante descoperiri de gaz natural în Peru, în regiunea bazinului superior al Amazonului, în vecinătatea rîului Ucayali. Primele aprecieri permit să se presupună un volum total de rezerve cuprins între 30 şi 50 de miliarde m³.

Se proiectează transportarea gazului prin conducte spre Oroya, apoi spre capitala Lima. La Oroya, gazul natural va fi utilizat în industria de cupru. Această industrie era alimentată pînă acum cu petrol transportat pe calea ferată de pe ţărmurile Pacificului, pînă la o altitudine de peste 5 000 m, ceea ce greva considerabil preţul de cost al cuprului produs.

La Lima, unde industria este în plină dezvoltare, gazul natural va reprezenta, de asemenea, o binevenită sursă de energie.

Potrivit prevederilor Biroului de studii Alberta, Canada va deveni al doilea producător mondial de sulf, cu o producţie de peste trei milioane de tone, obţinută prin tratarea petrolului şi a gazului natural.

Guvernul indonezian a contractat cu guvernul Republicii Populare Romîne un credit de 50 mil. $ pentru construirea unei rafinării cu capacitate de prelucrare de 30 000 barile/zi ţiţei la Tjepu. În rafinăria proiectată se va prelucra ţiţeiul extras din zăcămîntul Kawengan, situat în partea centrală a insulei Java. Creditul contractat va servi concomitent şi la continuarea explorărilor în această zonă.

Se anunţă că rezervele de ţiţei, evaluate la zăcămîntul Sidi R'Halem din Maroc, sînt estimate la un milion tone. De la zăcămînt pînă la portul Safi urmează să fie construită o conductă de 4 1/2", care va servi pentru transportul ţiţeiului. De la Safi ţiţeiul va fi transportat pe mare la rafinăria de la Sidi Kacem, lîngă Rabat. După realizarea programului de construcţii, exploatarea zăcămîntului se va realiza într-un ritm de 100 000 t anual.

Recenzii

BEREJNÎI, A. I., GULATOV, A. I. şi KULAGHIN, P. G.

Materialele plastice în industria petrolului şi gazelor, Moscova, Gostoptehizdat, 1962

Cartea cuprinde o scurtă trecere în revistă a experienţei acumulate, atît în Uniunea Sovietică cît şi în alte ţări, în domeniul utilizării polimerilor în industria petrolului şi gazelor.

În introducerea lucrării se expune clasificarea chimică a compuşilor macromoleculari bazată pe structura lanţului principal al polimerului şi se dă o serie de noţiuni în legătură cu clasificarea materialelor plastice pe baza GOST 5752—51.

Un interes deosebit îl prezintă materialul care se referă la polimerii folosiţi ca aditivi la cimenturile de sondă. În acest capitol se citează primele lucrări ale Institutului de mecanizarea construcţiilor din Leningrad, precum şi lucrările efectuate în S.U.A. în vederea elaborării unui nou material-polimer — betonul — bazat pe amestecul polimerilor organici cu substanţe minerale liante. Betonul cu polimeri se caracterizează prin proprietăţi îmbunătăţite ale polimerilor organici şi ale betonului.

În carte, autorii examinează o serie de probleme referitoare la folosirea polimerilor în industria petrolieră şi gazeiferă extractivă, cum ar fi, de pildă, rezultatele izolării orizonturilor acvifere în zone cu presiunea redusă, prin crearea, pe peretele sondelor, a unor straturi hidroizolante speciale din răşină epoxidică.

Un capitol însemnat este consacrat problemelor de utilizare, în U.R.S.S. şi în străinătate, a peliculelor anticorosive din materiale plastice pentru izolarea interioară şi exterioară a rezervoarelor la schele, pentru ţevile de extracţie, conductele petroliere şi de apă sărată, robinete, vane, fitingărie etc.

În carte se tratează lucrările realizate în domeniul construcţiei conductelor magistrale, prevăzute cu izolaţia din bandă adezivă din policlorură de vinil, în grosimea de 300 microni. De asemenea, se analizează datele cercetătorilor din străinătate în legătură cu folosirea ca material izolant pentru conducte a benzilor din polietilenă, a materialului „teholag" (ţesătură impregnată cu polimeri), care menţine proprietăţile izolaţiei la temperaturile de la —35 pînă la +70°C, a produsului „fibreglass" — ţesătură de sticlă chimic rezistentă a neoprenului lichid şi a altor materiale.

În capitolul „Utilizarea ţevilor din materiale plastice în schele" se arată că introducerea materialului tubular din materialele plastice va crea condiţii care vor permite realizarea forajului la adîncimi mari. Prăjinile din material plastic sînt mai uşoare decît cele metalice, astfel încît se reduce şi greutatea turlei.

Se indică rezultatele încercării ţevilor de 2" din getinax (de 4,6 ori mai uşoare decît ţevile de oţel) în sonde cu mediu corosiv, la conductele de ţiţei ale sondelor în pompaj şi în filtrele instalaţiilor pentru epurarea apei.

Se menţionează că viteza de depunere a parafinei pe pereţii ţevilor din material plastic este mult mai mică decît pe pereţii ţevilor metalice. Sărurile minerale care se depun pe pereţii ţevilor metalice nu sînt aderente la materialele plastice.

Autorii trec în revistă diversele domenii de utilizare a materialelor plastice în utilajul petrolier. Astfel, se menţionează posibilităţile de utilizare a polimerilor în recuperatoarele de ulei, la reductoarele unităţilor de pompare; în organele active ale pompelor cu diafragmă, utilizate pentru pomparea lichidelor agresive (polietilenă clorosulfonată şi cauciuc vulcanizat, policloropren şi cauciuc vulcanizat, cauciucul vulcanizat pe bază de cauciuc butadienstirolic, policlorură de vinil) la temperaturile 6—110°C; răşini silicoorganice, fluorură de polihexafluorpropilenviniliden, policlortrifluoretilenă şi politetrafluoretilenă, la temperaturile de 110—205°C.

În continuare se examinează rezultatele obţinute în domeniul proiectării şi încercării paletelor de turbină folosite în turbobure, din polietilenă, kapron, policlorură de vinil, precum şi al utilizării materialului plastic ASTT (care se întăreşte la temperatura camerei) la repararea utilajului de foraj. Se expune o serie de date din străinătate în legătură cu încercarea ţevilor fabricate din delerin, prin care s-a transportat ţiţei foarte parafinos. În aceste ţevi, datorită suprafeţei lor netede, nu s-a constatat depunerea parafinei.

Cartea aduce o contribuţie importantă în domeniul utilizării polimerilor în industria petrolului şi gazelor.

C. Creangă: **Curs de chimia ţiţeiului**. Editura didactică şi pedagogică, Bucureşti, 1962, 318 p.

Manualul conţine o expunere clară şi sistematică a unor probleme de bază din chimia ţiţeiului, urmărind să indice căile de cunoaştere a ţiţeiului şi stadiul actual al cunoştinţelor în acest domeniu.

După un scurt capitol introductiv (cap. I), în care se expun teoriile moderne asupra formării rocilor caustobiolitice şi se face o serie de consideraţii generale în ceea ce priveşte distribuţia geografică, importanţa economică, caracterul chimic general al ţiţeiului etc., autorul trece la metodele de cercetare a compoziţiei acestui produs natural (cap. II), ocupîndu-se în primul rînd de principalele metode fizice de separare. Se descriu separarea în fracţiuni sau în componenţi individuali prin distilare pe diferite tipuri de coloane sau prin unele procedee speciale, separarea prin adsorbţie selectivă pe suprafaţa unui adsorbant solid, insistîndu-se asupra metodelor cromatografice, extracţiei cu solvenţi, separării unor componenţi prin cristalizare fracţionată şi fracţionării prin difuziune termică, în urma aplicării unui gradient de temperatură care duce la un gradient de concentraţie. În continuare, autorul se ocupă de caracterizarea chimică şi de stabilirea compoziţiei medii a ţiţeiului şi a fracţiunilor sale prin metode analitice. Astfel, se expune o serie de procedee de caracterizare bazate pe corelaţiile dintre compoziţia chimică a amestecurilor de hidrocarburi şi proprietăţile fizice ale acestor amestecuri. De asemenea, se descrie pe scurt şi analiza spectrală, care este introdusă pe scară din ce în ce mai mare pentru studiul hidrocarburilor, fiind una dintre cele mai eficiente metode de cercetare în chimia modernă. Urmează expunerea cîtorva metode pentru stabilirea proporţiei claselor de hidrocarburi din ţiţei pe baza proprietăţilor fizice, metode care dau însă rezultate din ce în ce mai puţin precise, pe măsura creşterii temperaturii medii de fierbere. Pentru exprimarea justă a compoziţiei fracţiunilor medii şi superioare, constituite din hidrocarburi cu caracter mixt, autorul descrie un număr de metode de analiză pe grupe structurale, care urmăresc stabilirea raporturilor cantitative ale elementelor de structură.

În continuarea procedeelor de cercetare a compoziţiei ţiţeiului pe baza proprietăţilor fizice se expune o serie de metode chimice de analiză, şi anume: metode generale, care urmăresc stabilirea compoziţiei medii a fracţiunilor, şi metode bazate pe reacţii caracteristice ale diferitelor grupe de componenţi.

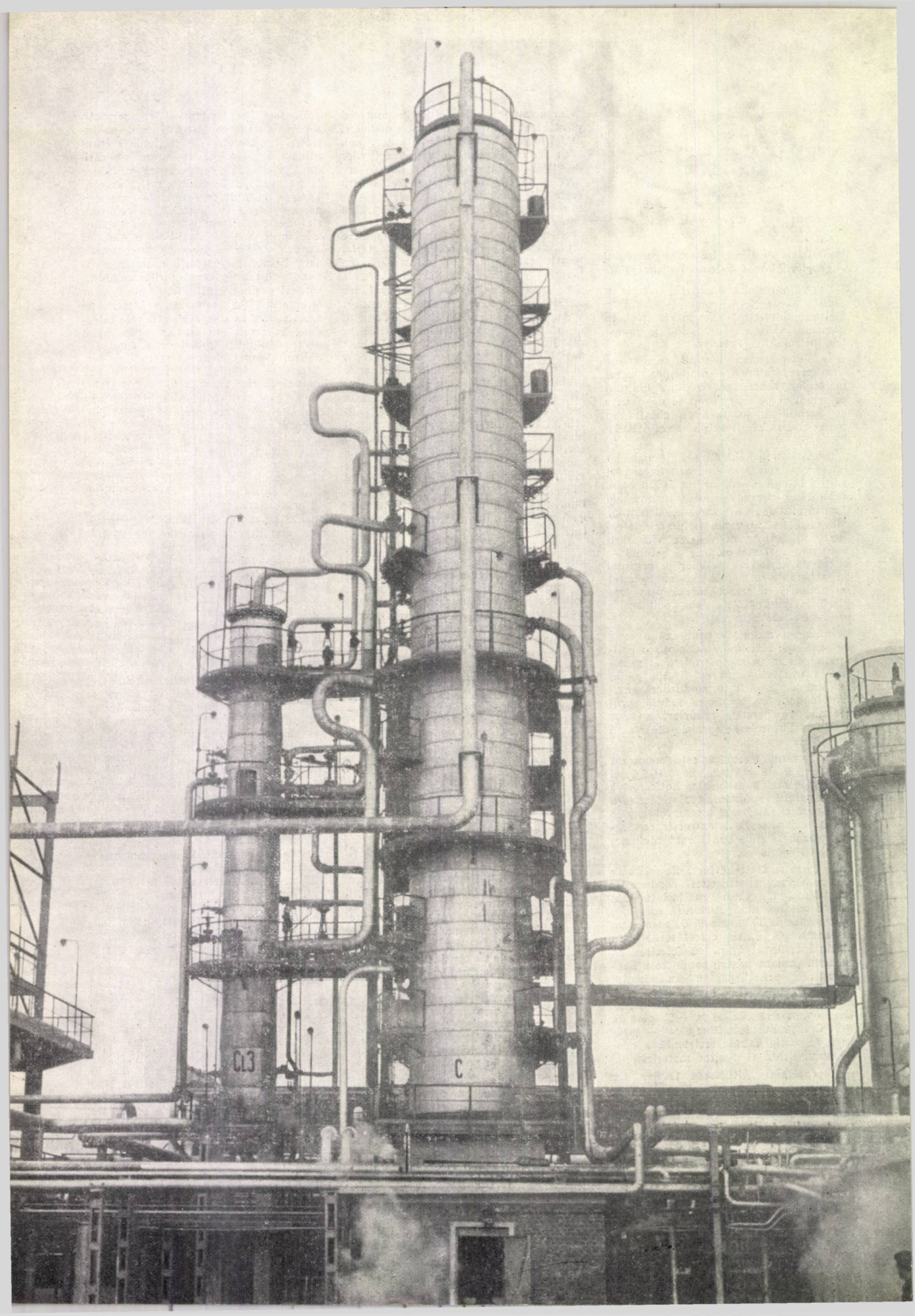
Capitolul următor (cap. III) este rezervat studiului componenţilor ţiţeiului şi derivatelor sale. Se face o prezentare succintă a cunoştinţelor actuale despre hidrocarburile din ţiţei, pe clase, din punctul de vedere al structurii şi al proprietăţilor fizice şi chimice care interesează metodele de cercetare, tehnologia şi utilizarea acestora, după care urmează descrierea componenţilor nehidrocarburi.

În capitolul IV se face clasificarea ţiţeiurilor, punîndu-se accentul pe metodele de clasificare chimică bazate pe criterii cantitative, iar capitolul V prezintă aspectele actuale ale problemelor privind originea ţiţeiului.

Deosebit de interesant este capitolul VI, rezervat în întregime ţiţeiurilor romîneşti din cele patru zone petroliere principale (Oltenia, Piteşti, zona subcarpatică a Munteniei centrale, Moldova) şi în care se face o scurtă caracterizare a acestor ţiţeiuri.

Următoarele două capitole (cap. VII şi VIII) se ocupă de componenţii şi însoţitorii anorganici ai ţiţeiurilor şi de bitumenele înrudite cu ţiţeiul.

Prin conţinutul său, prin modul de expunere, prin sistematizarea materialului, prin tratarea modernă a diferitelor probleme şi prin datele care se dau în legătură cu zăcămintele romîneşti de ţiţei manualul prezintă un interes deosebit atît în sectorul industriei de prelucrare a ţiţeiului, cît şi în laboratoarele de specialitate.


C13
C

DOCUMENTARE

Dispozitiv de etanşare la gura sondelor în pompă de adîncime. În : Bezopasnost Trada v Promisiennoste nr. 2, 1962, p. 30—31.

Presgarnitura de la gura sondelor în pompă de adîncime, denumită în schele „samovar", este un element imperfect al instalaţiei. Amenajarea acestei presgarnituri nu asigură etanşarea necesară a gurii sondei. Astfel, în condiţii obişnuite, o cutie de etanşare bine umplută cu garnitură etanşează gura sondei cel mult o zi, după care începe să scape ţiţei şi gaze. Scăpările presgarniturii duc la murdărirea locurilor de muncă şi la gazarea atmosferei, ceea ce înrăutăţeşte condiţiile de lucru pentru personalul de deservire şi brigăzile de lucru şi creează pericol de incendiu.

Umplerea cutiei de etanşare este o operaţie periculoasă şi cu volum mare de muncă. Ea se execută manual cu folosirea unei greutăţi de 5—6 t, care în procesul de lucru poate să scape jos, ceea ce reprezintă un pericol permanent pentru cei ce lucrează.

Inventatorii de la Tuimazaneft sînt de mult în căutarea unei presgarnituri lipsite de pericol pentru gura sondelor în pompă de adîncime. Şeful de secţie V. D. Nikiforov a rezolvat cu succes această problemă. El a propus un mod nou de etanşare a gurii sondei (fig. 1), utilizînd în acest scop plungerul, respectiv pompa de adîncime tip TB.

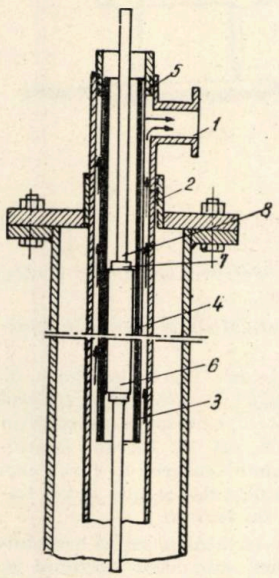


Fig. 1. Schema dispozitivului de etanşare la gura sondelor în pompă de adîncime.

Dispozitivul se compune din două părţi principale, şi anume: o parte mobilă şi una fixă. Partea fixă este formată din teul *1* înşurubat în mufa coloanei de ţevi de extracţie *2*, cilindrul neted *3* compus din bucşe introduse în corpul *4* suspendat de capul *5* al teului.

Partea mobilă este formată din plungerul *6*, care are capetele înfundate şi prevăzute cu reducţiile *7* pentru tijele de pompare *8*. În felul acesta plungerul se intercalează între tijele de pompare, dintre care cea de sus este tija polizată. Pentru acest mod de etanşare sînt folosite piesele uzate de la pompele NGN-1 şi NGN-2.

Noul mijloc de etanşare la gura sondelor în pompă de adîncime funcţionează cu succes la sondele nr. 159, 237, 242, 404 ale direcţiei Tuimazaneft. Gurile acestor sonde nu scapă ţiţei sau gaze şi nu necesită nici un fel de deservire preventivă şi de control exterior.

Dispozitiv de prevenire a deversării apei în timpul intervenţiilor la sondele de injecţie. În : Bezopasnost Truda v Promisiennoste nr. 2, 1962.

Multe sonde de injecţie au, în caz de oprire pentru intervenţie, presiune în exces la gură. Datorită acestui lucru reparaţiile sînt însoţite de deversarea apei prin ţevile de extracţie sau coloană, ceea ce creează condiţii grele pentru muncitori. Situaţia devine şi mai grea pe timp de iarnă, din cauza acoperirii cu gheaţă a locului de muncă, a podului din faţa sondei, a sculelor şi hainelor de lucru ale muncitorilor. Toate acestea pot duce la îmbolnăviri şi la accidente de muncă. Productivitatea muncii în asemenea condiţii este foarte redusă. Concursul organizat la Tuimazaneft pentru cea mai bună propunere de prevenire a deversării apei la sondele de injecţie a mijlocit realizarea unui dispozitiv deosebit de eficient.

Dispozitivul (fig. 1), elaborat de secţia pentru menţinerea presiunii (PPD), previne deversarea apei din ţevi în cursul operaţiilor de introducere—extragere şi permite efectuarea cu succes a circulaţiei directe şi inverse.

Sertarul *1*, în formă de tub cu ferestre transversale, este aşezat în cilindrul *2*. La capătul de sus sertarul este prevăzut cu dispozitive de siguranţă *3*, *4*, *5*, *6*, iar la capătul de jos se leagă prin mufa *7* cu ştuţul *8*. Mufa serveşte în acelaşi timp drept limitator de cursă şi suportă toate sarcinile axiale, degajînd prin aceasta sertarul. Tot în mufă este înşurubat ştiftul de ghidare *9* care culisează în lungul ferestrei longitudinale tăiate în jacheta *10* şi împiedică rotirea sertarului în raport cu cilindrul. Acesta din urmă are presgarnitura *11*, care etanşează jocul dintre el şi sertar şi apără de pătrunderea nisipului. Prin corpul *12* cilindrul se leagă cu ţevile de extracţie ce se introduc în sondă.

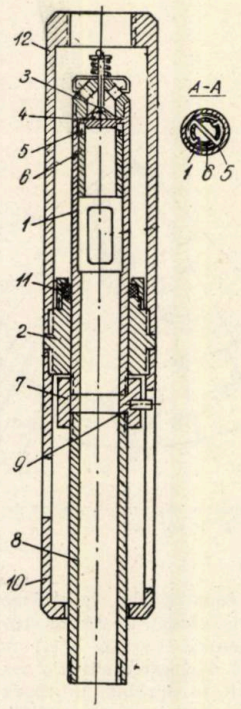


Fig. 1. Schema dispozitivului de prevenire a deversării apei în timpul intervenţiilor la sondele de injecţie:
a — fereastră.

Dispozitivul se aşază la capătul de jos al coloanei de ţevi de extracţie ce se introduce în sondă. Totodată, ştuţul *8* al sertarului se prelungeşte cu trei-patru dubli de ţevi de extracţie la capul lor de jos înşurubîndu-se scula de intervenţie. Sub acţiunea prelungitorului, sertarul ocupă poziţia extremă de jos, ferestrele lui afîndu-se sub cilindru, în felul acesta fiind complet închis. Deci deversarea lichidului prin coloana de ţevi de extracţie nu se poate face. El trece însă pe sub dispozitiv, prin ferestrele sertarului, şi se scurge în spaţiul inelar.

Transvazarea lichidului previne formarea de presiuni mari sub dispozitivul de închidere, care împiedică introducerea coloanei de ţevi de extracţie cu packerul sau care provoacă chiar plutirea ei. La atingerea tălpii sau la aşezarea în packer a coloanei ţevilor de extracţie, sertarul cu prelungitorul stau pe loc, iar cilindrul cu coloana de ţevi de extracţie continuă să se deplaseze în jos pînă cînd se propteşte în mufă. Ferestrele sertarului ajung deasupra cilindrului şi dispozitivul se deschide, aşezîndu-se în poziţie de lucru pentru intervenţie. Deschiderea dispozitivului la aşezarea lui pe talpă sau pe un obiect lăsat la puţ permite stabilirea cu exactitatea necesară a mişcării sculei la talpă sau a obiectului, ceea ce este foarte important pentru conducerea instrumentaţiei sau a altor operaţii.

La extragerea garniturii de ţevi de extracţie sertarul sub acţiunea greutăţii prelungitorului se deplasează în jos şi dispozitivul se închide, împiedicînd deversarea lichidului prin coloana de ţevi de extracţie. În felul acesta dispozitivul lucrează automat, necerînd pentru deschiderea sau închiderea lui efectuarea de operaţii speciale.

Dacă la extragerea packerului sau a altei scule voluminoase s-ar produce înţepenirea pe coloană şi s-ar ivi necesitatea exercitării unei presiuni mari sub sculă, atunci lichidul presat în ţevile de extracţie, apăsînd pe placa de plumb *4*, va tăia ştiftul de aluminiu *5* al bucşei *6*, care se va deplasa în jos pînă la pragul interior al sertarului şi va închide ferestrele. După aceea, sub acţiunea presiunii în creştere a lichidului, se va forfeca placa de plumb, şi prin aceasta se va deschide calea pentru presarea lichidului sub sculă prin supapa de

reţinere *3*. Această supapă previne deversarea lichidului prin ţevile de extracţie în caz de continuare a extragerii.

Acest dispozitiv a fost încercat cu succes la cinci sonde cu adîncimea de la 1 524 pînă la 1 750 m cu coloane de exploatare de 5, 6 şi 8 ţoli. Sondele deversau, pînă la introducerea dispozitivului descris, cu un debit zilnic de 900—1 500 m^3 lichid, din care o parte venea şi prin ţevile de extracţie. O dată cu aplicarea dispozitivului descris, deversarea lichidului prin ţevile de extracţie s-a oprit, el scurgîndu-se numai pe la capul coloanei de exploatare, ceea ce nu împiedică operaţiile.

Acelaşi dispozitiv se foloseşte cu succes în cazul pistonării, fisurării hidraulice şi instrumentaţiilor.

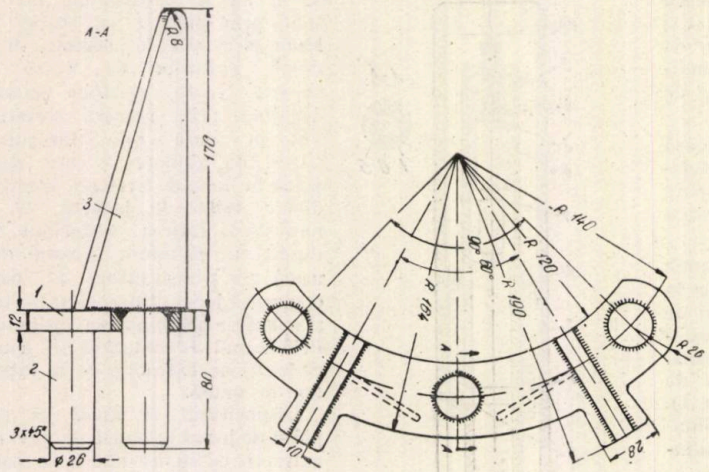


Fig. 1. Centror pentru aşezarea planşaibei de suspensie a ţevilor de extracţie pe flanşa capului de coloană.

Centror pentrn aşezarea uşoară şi lipsită de pericol a planşaibei pompei de adîncime. În: Bezopasnost Truda v Promîşlennosti nr. 2, 1962.

Toate construcţiile de ridicare aflate în schelele de petrol (turle, masturi, trepiede etc.) nu asigură o coaxialitate şi o concentricitate durabilă în raport cu gura sondei, deoarece, datorită deformaţiei fundaţiilor (postamentelor) sau tasării terenului, centrele construcţiilor de ridicare se decalează destul de repede. Excentricitatea în cazul intervenţiilor îngreuiază operaţiile de introducere şi extragere a ţevilor, întrucît ele sînt trase înlături. Munca este deosebit de grea şi periculoasă în momentul aşezării planşaibei cu ţevile pe flanşa capului de coloană, deoarece muncitorii stau sub greutatea care se mişcă deasupra lor, împing cu mîinile ţevile de extracţie sau se folosesc de răngi sub flanşa de suspensie. Planşaiba loveşte răngile şi adesea le trage din mîinile oamenilor. Aceasta poate duce la accidente de muncă, iar dacă ranga scapă în sondă — la accidente de fund. În afară de aceasta, locul unde lucrează muncitorii este udat cu ţiţei.

Pentru a înlătura toate dificultăţile şi pericolele arătate, autorul acestui articol a elaborat un centror pentru aşezarea corectă a planşaibei de suspensie a ţevilor de extracţie pe flanşa capului de coloană, sau pe o altă flanşă a armăturii.

Centrorul (fig. 1) se compune dintr-o placă sub formă de sector *1*, prevăzută pe faţa de jos cu trei bolţuri *2*, iar pe faţa de sus — cu două (sau mai multe) contrafişe de ghidare *3*. Bolţurile se pot fixa pe placă prin filet sau sudură. Pentru o rigiditate şi o stabilitate mai mare, contrafişele se pot întări prin gusee (în figură locul guseelor este punctat).

Se lucrează cu centrorul în felul următor: pe flanşa capului de coloană se pune garnitura planşaibei. După aceasta, centrorul cu bolţurile se introduce în găurile flanşei dinspre partea unde ţevile suspendate în cîrlig sînt deplasate din centrul sondei. Apoi planşaiba cu ţevile de extracţie se lasă în jos cu viteza normală. Ajungînd pe feţele înclinate ale contrafişelor, sub greutatea ţevilor planşaiba alunecă spre centrul gurii sondei şi se aşază exact pe locul său. După aceasta centrorul se dă la o parte.

Dispozitivul exclude complet operaţiile manuale pentru aşezarea planşaibei la locul ei şi accelerează executarea operaţiei.

În prezent, centrorul este folosit de toate brigăzile de intervenţie care lucrează la schelele Tuimazaneft.

Încărcător mecanizat pentru umplere şi golire. În: Neftianik, nr. 9, 1962, p. 18.

Colectivul Bazei de produse petroliere de la Tambov a elaborat şi construit la baza sa un încărcător mecanizat pentru umplerea şi golirea lichidelor combustibile uşor inflamabile. Se poate utiliza pentru golirea prin sifonare şi pentru umplerea cisternelor de cale ferată.

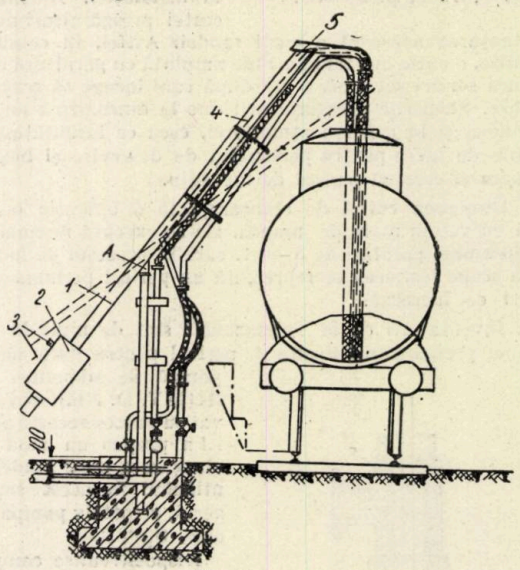


Fig. 1.

Încărcătorul se compune din următoarele elemente (vezi figura 1):

Pe piciorul din fier profilat U nr. 16, la înălţimea de 2 950 mm, se fixează braţul-cumpănă *1*, prevăzut la capătul de jos cu o cutie de contragreutate *2*, care se umple cu nisip prin orificiul *3*, iar la capătul de sus cu furtun. Braţul-cumpănă se poate roti liber în toate sensurile în jurul axei lui. Prin interiorul său trece conducta de vacuum *4*, cu diametrul de 38 mm, prelungită cu un furtun.

Cu ajutorul prelungitorului *5*, la capătul de sus al braţului-cumpănă este sudată curba la care este legat furtunul cu diametrul de 100 mm. Al doilea capăt al furtunului este legat la derivaţia colectorului. Furtunurile sînt prevăzute cu vîrfuri de aluminiu şi plase fixate cu coliere.

Avantajele încărcătorului sînt: rapiditatea introducerii furtunurilor în vagonul-cisternă (3 min), uşurinţa umplerii, reducerea înălţimii de aspiraţie, scurtarea duratei de golire (cu cca. 20 min), simplitatea execuţiei şi deservirii.

Capac de supapă cu desfacere rapidă folosit la pompa U8-3. În: Neftianik, nr. 12, 1962 p. 14.

Capacele de supapă folosite la pompele U8-3 se strîng pe corpul cutiei de supape cu cîte opt piuliţe. În cursul forajului, supapele se schimbă destul de des, iar operaţia de înlocuire cere un volum mare de muncă, trebuind să fie desfăcute de fiecare dată cele opt piuliţe de la cele opt capace de supapă ale pompei. Din datele statistice ale trustului Peciorneftegazrazvedka rezultă că la săparea a 1 000 m de sonde cu foraj normal se pierd 25 ore pentru schimbarea supapelor, din care 60%, respectiv 15 ore, numai pentru scoaterea şi punerea piuliţelor la capacele de supapă.

Pentru uşurarea muncii la schimbarea supapelor şi economisirea timpului la pompele U8-3 s-a realizat construcţia capacelor de supapă cu desfacere rapidă.

În figură se prezintă construcţia capacului cu desfacere rapidă, care este compusă din flanşa cu filet *1*, capacul cu filet *2* prevăzut cu ştuţ scurt sudat, inelul de sprijin *3*, discul de presiune *4* şi inelul de etanşare *5*. Flanşa cu filet *1*, prevăzută cu opt găuri, se strînge pe corpul pompei cu aceleaşi prezoane şi piuliţe care sînt folosite şi la strîngerea capacului obişnuit de supapă. Pentru completarea capacului, în flanşa *1* se înşurubează capacul cu filet *2*, prevăzut cu ştuţ sudat, iar un singur om îl strînge pînă la refuz cu ajutorul unei rîngi. Prin aceasta se strînge totodată şi inelul de sprijin *3*. Discul de presiune *4* se trage în sus prin rotirea piuliţei *6* cu ajutorul unei chei tubulare. Prin această mişcare a discului se presează inelul *5*, care, prin umflare, realizează o etanşare, între

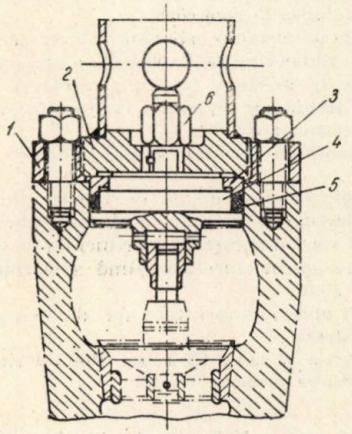


Fig. 1.

capacul filetat *2* şi corpul pompei, pînă la 160 at. Pentru înlocuirea supapei se procedează astfel: se slăbeşte cu 1,2—2 ture piuliţa *6*, se deşurubează cu ajutorul rîngii capacul filetat *2* cu ştuţul sudat pe el şi se scot, o dată cu capacul, inelele de sprijin *3* şi de etanşare *5*. Prin introducerea capacului filetat de supapă cu desfacere rapidă, durata pentru desfacerea şi punerea la loc a capacului s-a redus de aproape zece ori.

Consolidarea sondelor cu lapte de ciment şi de clei. În: Neftianik, nr. 12, 1962.

Pentru combaterea dopurilor de nisip, în cadrul trustului petrolier „Azneft" se execută consolidarea zonelor de deasupra tălpii cu materiale plastice, lapte de ciment cu nisip şi lapte de ciment cu rumeguş. În ultimii 2—3 ani, însă, cel mai eficace procedeu s-a dovedit consolidarea cu lapte de ciment cu bază de produse petroliere. În comparaţie cu alte procedee, acesta se foloseşte în 70—80% din cazurile de consolidare. Pentru prepararea laptelui de ciment se întrebuinţează şi contact (gudron) neutralizat.

Cimentarea prin aceste procedee dă rezultate bune în sondele cu absorbţie slabă. La sondele cu absorbţie puternică, adeseori cimentul pătrunde în strat, iar zona de deasupra tălpii rămîne neconsolidată. Este nevoie să se repete cimentarea de 2—3 ori, ceea ce duce la consum inutil de ciment, repetarea operaţiilor, pierdere de timp şi întîrzieri în darea sondei în exploatare.

De curînd s-a început consolidarea sondelor cu absorbţie puternică cu lapte de ciment în care se adaugă clei de cheratină (2—3 kg la 1 t ciment). Cleiul se prepară cu apă în rezervorul agregatului de cimentare. Apoi această soluţie se toarnă peste praful de ciment. Se obţine un lapte de ciment şi clei cu greutate specifică de 1,2—1,3 g/cm³, dar cu viscozitatea mai mare decît cea a laptelui de ciment obişnuit. În afară de aceasta, în laptele de ciment şi clei se formează bule de aer.

Acest lapte de ciment înspumat umple încet zona de deasupra tălpii sondei şi nu este absorbit de strat. Datorită slabei permeabilităţi a acestui lapte de ciment se reuşeşte să se restabilească circulaţia fluidului de foraj în sondele cu cea mai mare absorbţie. După întărirea noului lapte de ciment împrejurul zonei de deasupra tălpii sondei se formează o masă poroasă rezistentă. Prin porii formaţi, lichidul trece cu uşurinţă spre talpa sondei.

Procedeul s-a aplicat la sonda nr. 1 173 cu pierdere în strat puternică şi cu dopuri mari de nisip. Filtrele se aflau la adîncimea de 985—1 015 m, iar talpa la 1 017 m. Spălarea dopurilor de nisip la adîncimea filtrelor s-a executat fără a se putea restabili circulaţia fluidului de foraj. Pentru consolidarea acestei sonde s-a întrebuinţat lapte de ciment cu 5 t ciment şi 10 kg (0,2%) clei de cheratină. După pomparea întregii cantităţi de lapte de ciment s-au pompat în ţevile de cimentare 3 m³ apă, fără a se putea restabili circulaţia pînă cînd nu s-au pompat în spaţiul din spatele coloanei circa 3,5 m³ apă cu presiunea maximă a agregatului de 25 atm.

Din experienţa consolidărilor efectuate s-a tras concluzia că în sondele cu pierdere de fluid puternică se poate folosi cu succes laptele de ciment cu adaos de peste 3% clei de cheratină.

Karimov, Z. F., Cernikin, V. I. **Utilizarea separatoarelor la pomparea succesivă a produselor petroliere albe.** În: Neftianoie Hozeaistvo, nr. 12, 1962, p. 59.

Pentru evitarea amestecării produselor petroliere în cursul pompării succesive se impune, la limita de separaţie între produsele pompate în curent, crearea unui efect de obturaţie şi a unui ecran impermeabil pentru difuzie. Acest efect contribuie la echilibrarea vitezelor la curgere, înlăturînd astfel amestecarea prin convecţie. Ecranul preîntîmpină amestecarea produselor prin difuzie.

Pentru realizarea acestor măsuri se folosesc separatoare mecanice de formă cilindrică, sferică şi toroidală. Autorii examinează avantajele şi lipsurile fiecăruia dintre aceste tipuri de separatoare.

În cadrul lucrării s-a studiat problema referitoare la concentraţia produselor petroliere albe în amestec, în cazul mişcării sincrone a separatoarelor împreună cu curentul.

Volumele amestecurilor aflate înainte şi după separatoare se determină după metoda Taylor.

În zona de amplasare a separatoarelor se produce saltul concentraţiilor δc, care reduce în mare măsură volumul amestecului: saltul δc este cu atît mai mare cu cît uzura separatoarelor este mai mică.

Se arată pe cale experimentală că: *a*) produsul petrolier care depăşeşte separatorul se amestecă cu curentul principal imediat înaintea separatorului şi se propagă în curent, în special datorită difuziei turbulente longitudinale; *b*) produsul petrolier rămîne în urmă faţă de separator, avînd forma unei benzi adiacente peretelui, amestecîndu-se integral cu curentul principal la oarecare distanţă de la separator, în special pe seama convecţiei şi difuziei radiale: răspîndirea în continuare a amestecului în curent se produce datorită amestecării turbulente longitudinale.

* * * **Aparat pentru determinarea automată a proporţiei de carbamidă în solvent.** În: Himiia i Tehnologhiia Topliv i Masel, nr. 9, 1962, p. 46.

În prezent sînt foarte răspîndite procedele de deparafinare a combustibililor şi uleiurilor cu ajutorul carbamidei. Astfel, la deparafinarea produselor petroliere este necesar să se lămurească problemele legate de controlul reglării automate a proporţiei procentuale de carbamidă în fluxul tehnologic.

În prezent la instalaţiile tehnologice industriale pentru deparafinarea cu carbamidă a combustibililor pentru motoare Diesel, proporţia de carbamidă se stabileşte prin preluarea probei din flux şi analiza ei în laborator. Pentru efectuarea acestei operaţii sînt necesare cel puţin două ore.

La reacţia carbamidei cu NaBrO se degajă azotul liber, care se determină uşor cantitativ.

Autorii au elaborat un aparat destinat pentru controlul automat şi continuu al proporţiei de carbamidă în alcoolul izopropilic după presiunea azotului degajat. Acest aparat este folosit la instalaţia tehnologică de deparafinare a combustibililor pentru motoare Diesel la rafinăriile de petrol.

Aparatul se compune din blocul traductorului şi blocul mecanismelor automate, rezervorul pentru reactivi (NaBrO) şi potenţiometrul electronic înregistrator tip EPIS sau manometrul cu burduf MS-610.

Bergo, B. G., Platonov, V. M., Monko, I. D. **Analiza schemelor de rectificare cu utilizarea coloanelor secţionate.** În: Himiia i Tehnologhiia Topliv i Masel, nr. 12, 1962 p. 1.

Luînd ca exemplu separarea amestecului binar metan — etan, se examinează procesul de rectificare într-o coloană cu deflegmator şi fierbător intermediar, precum şi procesul care decurge într-o coloană secţionată, cu condensarea vaporilor evacuaţi şi evaporarea lichidului extras, în schimbătoare de căldură intermediare.

Se arată că la regimul cu cifră de flegmă minimă consumul de energie într-o schemă cu coloană secţionată este mult mai mic decît într-o coloană obişnuită. În ceea ce priveşte consumul de energie, schema cu deflegmatoare şi evaporatoare suplimentare ocupă o poziţie intermediară.

S-a efectuat calculul exact al rectificării gazelor de la pirogenare într-o coloană obişnuită şi într-una secţionată, cu ajutorul maşinilor de calculat. Se arată că la număr egal de talere consumul de energie în schema cu coloana secţionată este mult mai mic decît într-o coloană obişnuită.

Butovici, M. A. **Rafinarea parafinelor lichide cu nitroetan.** În: Himiia i Tehnologhiia Topliv i Masel, nr. 12, 1962, p. 6.

Autorul a efectuat un studiu pentru a stabili posibilitatea rafinării hidrocarburilor parafinice lichide cu ajutorul nitroparafinelor.

Experienţele cu nitrometanul şi nitropropanul nu au dat rezultate.

Rezultate bune s-au obţinut cu nitroetanul, care elimină în bune condiţii hidrocarburile aromatice din hidrocarburile parafinice la temperatura camerei, permite o separare rapidă şi precisă a fazei de rafinat de cea de extract şi se regenerează cu uşurinţă.

Rafinarea cu nitroetan la raportul dintre materie primă şi solvent 1 :3,5 permite să se obţină un produs rafinat cu proporţia de hidrocarburi aromatice de 0,30—0,38.

La rafinarea alcanilor cu nitroetan, proporţia de sulf în aceştia scade pînă la 0,02 %, adică sulful se elimină din alcani în proporţie de 70 %.

Rafinarea alcanilor bruţi cu dietilenglicol permite să se reducă conţinutul în hidrocarburi aromatice pînă la 0,97 % numai în cazul cînd raportul alcani : dietilenglicol este 1 :20. În afară de aceasta, regenerarea dietilenglicolului este mai dificilă.

Este probabil că la rafinarea cu nitroetan în coloanele de extracţie cu contracurent raportul materie primă : solvent va putea fi redus.

Alibekov, B. I. **Cu privire la utilizarea substanţelor tensioactive la curăţarea dopului de nisip cu amestec de apă cu aer.** În: Azerbaidjanskoe Neftianoe Hozeaistvo, nr. 12, 1962, p. 24.

Autorul a căutat să lămurească pe baza datelor experimentale obţinute la stand problema influenţei exercitate de substanţele tensioactive asupra reducerii presiunii de fund la circulaţia unui amestec format din apă şi aer, precum şi îmbunătăţirea capacităţii de evacuare a amestecului.

În acest scop a fost construită o instalaţie specială care permite realizarea operaţiei de curăţare a dopului de nisip cu un amestec de apă şi aer în care s-au adăugat substanţe tensioactive într-o concentraţie riguros stabilită.

Rezultatele experienţelor arată că la adăugarea sulfanolului în proporţie de 400 g/m³ se obţine o scădere a presiunii de fund de 10—15 %.

În ceea ce priveşte durata totală, necesară pentru procesul de curăţare a intervalului din gura sondei, în cazul folosirii unui amestec de apă — aer, în care s-a adăugat o substanţă tensioactivă, s-a constatat că această durată scade substanţial, în comparaţie cu timpul utilizat pentru curăţarea dopului într-un interval analog.

Îmbunătăţirea însuşirilor de evacuare a amestecului de apă cu aer în prezenţa substanţelor tensioactive se explică prin aceea că adăugarea acestor substanţe reduce viteza de apariţie la suprafaţă a bulelor de aer, preîntîmpinînd coalescenţa lor. Astfel, particulele de nisip aderă mai bine la bulele de aer, întrucît creşte durata de contact al particulelor de nisip cu bulele care se ridică la suprafaţă.

Avantajul real în timp depăşeşte 30 %.

Kanus, W. **Un aparat de control al drenării cu colector automat de probe.** În: Erdöl und Kohle, nr. 9, 1962, p. 727.

Se descrie un aparat de control al drenării cu ajutorul căruia pot fi înregistrate diverse valori, ca, de exemplu, cea a *p*H-ului şi a temperaturii apei de drenare. Cu ajutorul unei pompe construite special în acest scop, fără supape, şi golindu-se ea înseşi, apele de drenare destinate probelor sînt pompate spre contactoarele de măsurare. În plus există şi o instalaţie pentru colectarea automată a apelor de drenare, care urmează a fi folosite la încercări.

Se ştie cît de importantă este cunoaşterea compoziţiei apelor de drenare. Chiar cînd se dispune de o instalaţie de purificare a apelor de drenare, pentru a controla funcţionarea instalaţiei ar trebui să se poată verifica în mod constant compoziţia acestor ape.

Aparatul menţionat trebuie să îndeplinească următoarele funcţiuni :

Se prelevă din curentul de ape de drenare cantitatea necesară pentru efectuarea probelor cu ajutorul unei pompe construite în mod special şi care nu cere nici un fel de întreţinere specială, aceste ape de încercare fiind apoi ridicate pînă la înălţimea de 20 m.

Valoarea *p*H-ului şi temperatura apei de drenare sînt măsurate şi înregistrate.

După trecerea a 36 sau a 72 de ore, după dorinţă, se procedează la colectarea probelor medii.

* * * **Mijloace de combatere a zgomotului în rafinăriile de petrol.** În: Erdöl und Kohle, nr. 9, 1962.

Se examinează diferitele puncte de vedere ale luptei împotriva zgomotului în rafinării. Analiza se referă la repartiţia zgomotelor în uzină, la intensitatea şi frecvenţa lor şi la toate celelalte caracteristici, la determinarea locului în care se produc, la propagarea zgomotelor şi la măsurile destinate pentru a le reduce. Se dau date asupra spectrelor tipice ale zgomotelor în rafinării şi se indică repere pentru delimitarea zonelor primejdioase.

Autorul demonstrează că zgomotul în rafinăriile de petrol are drept rezultat scăderea capacităţii de concentrare a personalului şi reducerea randamentului său. Cauza acestor zgomote nu este aceeaşi în toate rafinăriile. Ele pot proveni din coşurile sufleriilor, din ţevile de eşapament sau de scurgere, din furnale şi din marile maşini din centrala uzinei, din instalaţiile de pompare şi din ateliere.

Procesul de analiză a zgomotului se descompune după cum urmează :

— Intensitatea sau nivelul de presiune a sunetului, care poate fi măsurat în unităţi de presiune, cea exercitată de undele sonore asupra unui microfon sau asupra pielei unei tobe. Se foloseşte în general unitatea de măsură fizică : microbarul/1 dynă/cm².

— Frecvenţa, considerată ca măsură a înălţimii sunetului. Ea este exprimată prin numărul de oscilaţii pe secundă.

Mai trebuie luate în considerare : durata efectelor zgomotului, regularitatea sau lipsa sa de proporţie sau de simetrie ; în afară de aceasta, efectele zgomotului depind de vîrsta sau de starea sănătăţii personalului. Articolul reproduce un tablou care este intitulat : nivel sonor pentru diferitele surse de zgomot.

Pentru transmiterea şi evacuarea zgomotului care provine dintr-o anumită sursă se indică mai multe mijloace, dintre care cele mai importante sînt evacuarea prin aer şi reducerea zgomotului prin folosirea de ecrane sonore pe care într-un anumit fel zgomotul este proiectat şi retrimis apoi la persoana care îl primeşte. Este cea mai importantă componentă a zgomotului în cazul în care sursa acestuia se găseşte în acelaşi local, dar la o oarecare distanţă de muncitor.

Se citează cîteva exemple de dispozitive de amortizare a zgomotului, cum ar fi, de pildă, cel în care sînt introduse amortizoare în tuburi de aspiraţie ; amortizoarele sînt constituite din plăci străbătute de orificii dispuse pe straturi de fibre de sticlă. Pentru alegerea grosimii fibrei şi a îmbrăcă-

minții sale și pentru construirea plăcilor perforate trebuie avut în vedere spectrul frecvenței zgomotului produs în suflerie.

Vögl, E. **Situația actuală a măsurătorilor electrice și radioactive în gaura de sondă.** În: Erdöl Zeitschrift **78**, oct.-dec. 1962, caiet 10—12, p. 579.

Într-o serie de articole se trece în revistă situația actuală a diagrafiilor ce se fac în gaura de sondă. Se arată scopul diagrafiilor, condițiile pe care trebuie să le îndeplinească noroiul și se descriu pe scurt toate diagrafiile ce se fac în prezent și corecțiile necesare. Se arată că, cu ajutorul unora dintre diagrafii se pot obține determinări cantitative ale caracteristicilor formațiunii. Din potențialul spontan se determină rezistivitatea reală a apei din formațiune, diferitele metode de măsurare a rezistivității electrice permițînd determinarea rezistivității reale a formațiunii, și din microcarotaj lateral se poate determina porozitatea formațiunii. Carotajul gama-gama măsoară densitatea formațiunii, iar carotajul pentru clor măsoară concentrația clorului în formațiune, iar în găurile tubate poate fi utilizat pentru determinarea acumulărilor de apă sau de țiței în formațiunile poroase. Se dau interpretări-model, precum și tabele și formule utilizate la interpretare. De asemenea se dau recomandări pentru stabilirea unui program de diagrafii în formațiuni dure și moi, care permite obținerea celor mai bune rezultate de interpretare.

Peterson, G. și Rauter, H. **Denisiparea noroiului de foraj cu hidrociclonul.** În: Erdöl Zeitschrift **78**, dec. 1962, caiet 12, p. 671.

Se comunică rezultatul încercărilor făcute cu diametre diferite de ventile la primele încercări de denisipare cu ciclon hidraulic. Variația orificiului inferior a avut cea mai mare influență asupra eliminării nisipului din noroiul de foraj. Pierderea minimă de noroi a fost cu un orificiu inferior de 3 mm diametru. Reducerea mai departe nu a fost posibilă din cauza înfundării orificiului. Pe măsură ce s-a mărit orificiul inferior, eficacitatea eliminării nisipului a scăzut.

Separația solidelor a fost influențată într-un grad mai mic de dimensiunea orificiului de intrare și a orificiului superior.

Creșterea viscozității noroiului este urmată de o descreștere a eliminării detritusului și o densitate mai mare a noroiului scurs prin orificiul inferior. Denisiparea unui noroi cu viscozitatea de 60 cP a fost imposibilă cu un orificiu inferior de 3 mm. Se pot trata fluide de foraj și cu viscozități mai mari, dar în acest caz pierderea de noroi este mărită.

Mărirea presiunii de intrare în limitele 0,5 la 2,5 at a avut ca rezultat un procentaj mai mare de nisip eliminat.

În final se trag concluzii asupra aplicării în șantier a hidrocicloanelor.

Kuss, E. **Asupra problemei dependenței de presiune a viscozității uleiului.** În: Erdöl Zeitschrift, **78**, dec. 1962, caiet 12, p. 678.

Se descrie un viscozimetru de înaltă presiune, care poate lucra pînă la 2 000 atm. Pînă la această presiune, viscozitatea compușilor cu greutate moleculară mică crește aproximativ de șapte ori, în timp ce aceea a uleiurilor minerale crește de la 30—2 000 de ori. Această dependență a viscozității de presiune este de o importanță considerabilă atît pentru ungerea motoarelor și a roților dințate cît și pentru determinarea greutății moleculare a macromoleculelor din viteza de sedimentare în ultracentrifuge. Prin cercetarea moleculelor cu catenă dreaptă, ca parafinele (de la *n*-pentan la *n*-hexadecan) mono și dialcoolurile și ciclohexilmalonic-diesterii, s-a dovedit că elementele structurale tipice ale moleculelor sînt responsabile pentru comportarea viscozității la presiune.

Se constată o creștere remarcabilă a coeficientului de viscozitate-presiune dacă se încorporează grupuri fenilice în dimetilsiloxani polimerizați. Se obține un rezultat similar cînd se mărește conținutul în fluor la uleiurile fluorocarbonice.

Aceste schimbări sînt de un mare interes pentru problemele de ungere, întrucît se pot obține substanțe cu calități predeterminate cu o viscozitate-standard determinată și orice variație a factorului viscozitate-presiune.

Pentru a se determina dacă influența extrem de puternică a presiunii asupra viscozității unor uleiuri se datorește complexității amestecului, s-au căutat substanțe simple de structură moleculară, care să se comporte similar. Între eterii fenilici s-a găsit unul care la 200 atm are o viscozitate de 100 000 de ori viscozitatea la 1 atm.

În final, se tratează despre posibilitățile de a se determina comportarea la presiune înaltă a uleiurilor obișnuite pe baza caracteristicilor găsite la presiune normală.

Arthur, K. B., Metanomski, Z. G. și Ruche, M. **Interesul și metoda de utilizare a măsurării presiunii pentru studiul zăcămintelor.** În: Revue de l'Institut Français du Pétrol, nr. 11, 1962, p. 1 299.

Importanța informațiilor care pot fi obținute prin măsurarea presiunii nu este întotdeauna apreciată în mod coreet. Aceasta se datorește definiției puțin clare a obiectivelor ce urmează a fi atinse prin măsurarea presiunilor, precum și faptului că metodele de interpretare cunoscute pînă în prezent nu sînt suficient de generale. În consecință, adesea se fac măsurători inutile, pe cînd măsurătorile într-adevăr necesare nu sînt efectuate sau sînt rău interpretate, astfel încît, în final, dezvoltarea zăcămintelor este mai riscantă din punct de vedere financiar decît ar trebui să fie. Felul cum se comportă presiunea unui zăcămînt are avantajul unic de a face să se cunoască proprietățile zăcămîntului în toate punctele, inclusiv în zonele îndepărtate de puțurile de producție; acesta este motivul pentru care măsurările presiunii corect interpretate sînt susceptibile să procure informații mai complete și mai valabile decît alte măsurări de tip punctual, cum ar fi diagrafiile electrice sau carotajul.

Articolul încearcă: 1) să definească scopul măsurării presiunii în zăcămintele monofazice; 2) să descrie o metodă generală de interpretare care să permită atingerea acestor obiective; 3) să deducă stabilirea unui program minimal de măsurări; 4) să indice cum poate fi extinsă această metodă la scurgerea difazică.

Metoda de interpretare descrisă a fost aplicată la zăcămîntul de la Hassi-Messaoud și a făcut posibilă introducerea unui program redus de măsurări ale presiunii, care a permis obținerea descrierii proprietăților zăcămîntului.

Cu toate că posibilitățile metodei în ceea ce privește scurgerea difazică par promițătoare, totuși nu au fost verificate în practică.

Miller, A. J. **Analiza gazului natural prin cromatografie gazoasă.** În: Revue de l'Institut Français du Pétrol, nr. 11, 1962, p. 1 317.

În articol se face o descriere minuțioasă a unei metode de analiză a gazului natural prin cromatografie gazoasă. Punerea la punct a acestei metode se datorește cercetărilor și rezultatelor numerice obținute de un grup de laboratoare din industria benzinei și a gazului natural. Metoda se bazează pe două principii:

1) Folosirea unui amestec gazos, de compoziție dată, ca etalon de referință pentru analiza probelor de gaze.

2) Inversiunea curentului de gaz purtător, permițînd gruparea numeroșilor izomeri care cuprind hexani și constituenți mai grei, în scopul obținerii unui grup de vîrfuri măsurabile.

Gosse, J. și Viglieca, I. **Influența tensiunii interfaciale asupra punerii în contact a două faze lichide nemiscibile în interiorul unei coloane cu garnituri.** În: Revue de l'Institut Français du Pétrol, nr. 11, 1962, p. 1 328.

Într-un studiu preliminar se precizează influența tensiunii interfaciale a două lichide asupra vitezei de deplasare a celui care constituie faza dispersă și asupra căderii de presiune în coloana cu garnitură. Utilizînd inele Rashig din sticle Pyrex și o fază continuă cu același indice de refracție, se observă drumul picăturilor.

Clement, C. **Măsurarea suprafeţelor specifice.** În: Revue de l'Institut Français du Pétrole, nr. 11, 1962, p. 1 336.

În numeroase domenii şi, mai ales, în acela al catalizei eterogene, necesitatea de a cunoaşte suprafaţa specifică a solidelor devine din zi în zi mai stringentă.

Metodele de măsurare sînt în prezent extrem de variate şi fac apel la tehnici fizice foarte diverse.

Se pare totuşi că ansamblul metodelor bazate pe adsorbţie rămîne cel mai important.

Studiul bibliografic prezentat în articol este cu totul general şi nu are pretenţie de a fi exhaustiv.

Champagnat A. **Biosinteze de concentrate proteine-vitamine plecînd de la petrol.** În: Revue de l'Institut Français du Pétrole, nr. 11, 1962, p. 1 372.

Ca urmare a mai multor ani de cercetări microbiologice, recent s-a hotărît construirea unei instalaţii semicomerciale pentru producerea de proteine-vitamine plecînd de la petrol. Această biosinteză are drept corolar deparafinarea fracţiunilor de petrol folosite ca substrat.

Constituţia acestor proteine este complementară celei a proteinelor din cereale, astfel încît consumul lor poate suplini reaua nutriţie proteică a populaţiilor vegetariene.

Potenţialul producţiei acestor proteine poate echilibra uşor deficitul mondial de proteine animale.

* * * **Noua metodă de prospectare prin reflecţie seismică.** În L'Officiel Pétrole et Chimie, nr. 109, 17 oct. 1962, p. 5.

Societatea ESSOREP—Franţa a încercat cu succes aparatul „Vibro-Seis" în perimetrul Béziers-Florensac. Procedeul obişnuit consta în înregistrarea reflecţiei unui tren de unde emise de explozia unei încărcături introduse la 15—20 m adîncime.

Această metodă prezenta dezavantajul că trebuiau plătite despăgubiri serioase proprietarilor de pămînt pe care se efectuau încercările.

Cu „Vibro-Seis" explozia este înlocuită de un semnal emis de o serie de vibratoare electromagnetice montate pe un tractor. Nu este deci necesar să se efectueze foraje pentru introducerea încărcăturii explozive, şi prin aceasta se suprimă circulaţia sondezelor şi a cisternelor. În plus sînt evitate stocarea şi manipularea explozivilor.

Specialiştii sînt de părere că această metodă va da bune rezultate nu numai în zonele terestre ci şi în zonele maritime.

Ford W. O. Tr. **O nouă metodă de profilare a injectivităţii de apă în formaţiune.** În: World Oil, 1 aug., 1962.

S-a aplicat o nouă metodă de determinare a profilului de injectivitate, care utilizează un aparat cu diametrul exterior de 31,75 mm, care se introduce în sondă cu un cablu.

Aparatul ejectează materiale radioactive în circuitul de apă ce se introduce în sondă şi permite o profilare cantitativă a sondelor de injecţie de apă fără a se extrage tubingul sau a-i schimba poziţia. Aparatul de fund utilizează un mic motor electric, care acţionează o pompă volumetrică. Cînd este acţionat electric de la suprafaţă, pompa ejectează cantitatea dorită de ^{131}J radioactiv în circuitul de apă ce se pompează în sondă. ^{131}J radioactiv este ieftin, are o perioadă de înjumătăţire de 8 zile şi o activitate specifică ridicată.

Poziţia dopului de material radioactiv concentrat în orice moment este determinată cu un detector de raze γ cu scintilaţie, amplasat la extremitatea de jos a aparatului.

Pentru operaţie, ejectorul-detector este încărcat cu ^{131}J printr-un orificiu cu dop, şi detectorul cu scintilaţie este montat în partea inferioară a aparatului. Aparatul asamblat este introdus la puţ şi se efectuează un carotaj de referinţă cu raze gama de la talpă pînă la orice punct se doreşte deasupra stratului productiv. Carotajul de raze gama efectuat cu scintilometrul procură informaţii bune asupra caracteristicilor formaţiunilor şi poate fi utilizat pentru a face legătura profilului de injectivitate cu carotajele electrice sau de raze gama anterioare.

Aparatul este plasat deasupra stratului productiv. Se acţionează pompa de la suprafaţă şi se descarcă un dop de ^{131}J radioactiv în circuitul de apă ce se injectează în formaţiune. Dacă dopul nu se mişcă sau se mişcă mai încet decît ar indica debitul de injecţie de apă de la suprafaţă, înseamnă că nu toată apa merge în strat şi indică o pierdere prin coloană sau o distribuţie neprogramată de apă.

Cînd dopul atinge secţiunea din aparat, unde se află detectorul cu scintilaţie (1,5—1,8 m mai jos de orificiul de ejecţie) se observă un semnal la aparatul de înregistrare de la suprafaţă. Aparatul este coborît apoi sub dopul radioactiv şi se măsoară timpul necesar pentru deplasarea dopului pe inter-

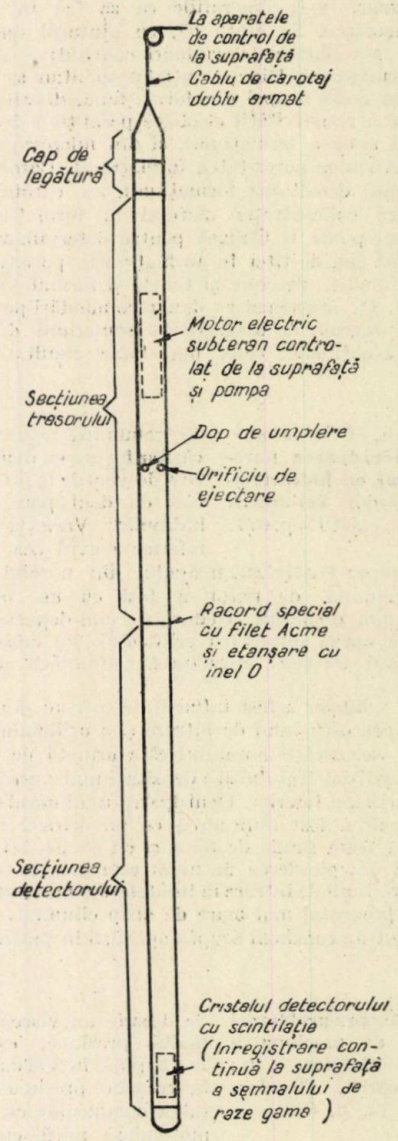


Fig. 1.

vale verticale atît deasupra cît şi prin dreptul stratului productiv, pentru a se controla pierderile prin coloană şi a se determina profilul de injecţie al apei.

Se afirmă că avantajele acestei tehnici sînt:

— Echipamentul necesar este portabil şi poate fi utilizat de personalul operator.

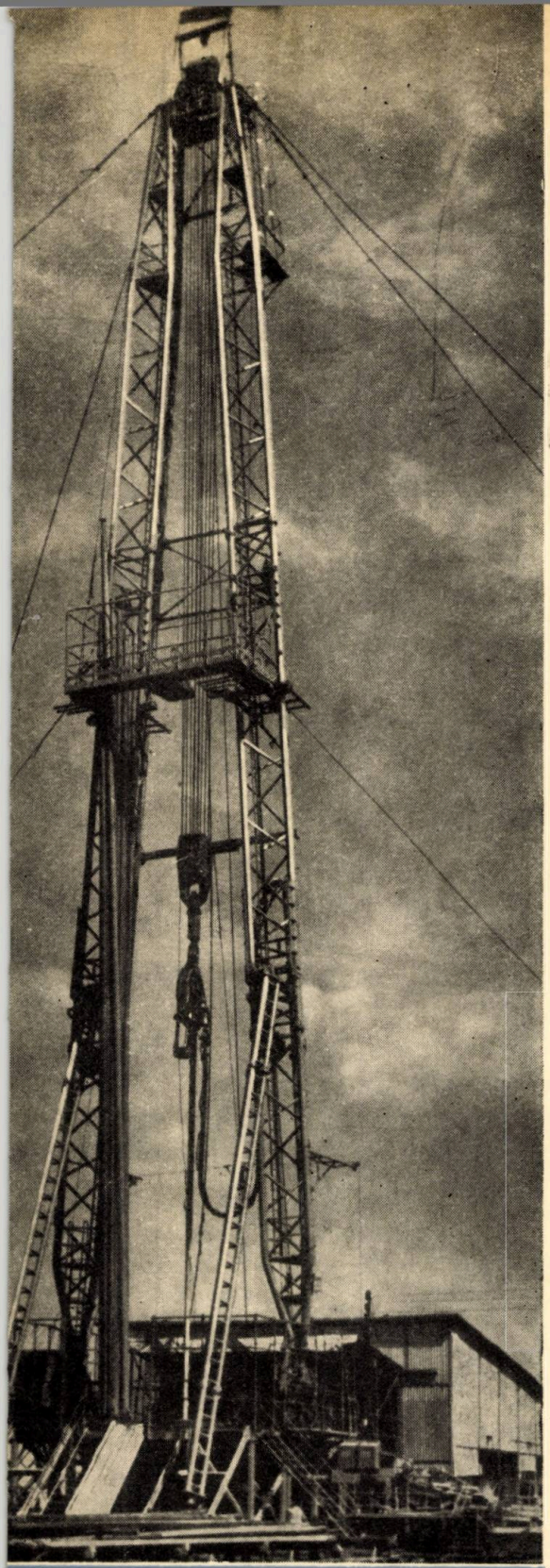
— Nu este necesar echipamentul special nici la suprafaţă, nici în puţ.

— Se pot face profile de injectivitate cantitative la sonde echipate cu ţevi de extracţie, căptuşite cu ciment şi fixate pe packere.

— Profilele se obţin într-un timp relativ scurt întrucît este o determinare în care se măsoară viteza de curgere.

— Cu acest aparat se pot determina zonele de pierdere aflate în spatele coloanelor.

OROSZLÁGOS MŰSZAKI KÖNYV- ÉS DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT 1883



Rumanian oilfield equipment known the world over

- Diesel driven drilling equipment for prospection, exploration and exploitation for depths down to 6 000 m
- Production equipment
- Drilling and instrumentation tools

exported by:

„INDUSTRIALEXPORT"
Bucharest Rumania
2, Gabriel Peri Street
Telephone 116 Telex 224

On demand „Industrialexport" put at the disposal of those concerned skillful specialists for technical advices and setting up of installations.

Outillage pétrolier roumain de renommée mondiale

- Installations de forage, actionnées par des moteurs Diesel pour la prospection, l'exploration et l'exploitation à des profondeurs jusqu'à 6 000 m
- Equipement de production
- Outils de forage et d'instrumentation

exportés par:

„INDUSTRIALEXPORT"
Bucarest Roumanie
2, rue Gabriel Péri
Téléphone 116 Télex 224

Sur demande, des spécialistes sont mis à la disposition des intéressés par „Industrialexport" pour des consultations techniques et la mise en fonction des installations

FOREIGN TRADE STATE COMPANY
INDUSTRIALEXPORT
BUCHAREST
ROUMANIAN PEOPLE'S REPUBLIC

Revista PETROL şi GAZE, organ a Ministerului Industriei Petrolului şi Chimiei şi al Consiliului Naţional al Inginerilor şi Tehnicienilor din R.P.R. (C.N.I.T.) Redacţia: Bucureşti, str. Ion Ghica, nr. 3, raion Tudor Vladimirescu, telefon 16.78.78 Revista este editată de Centrul de documentare al industriei petrolului şi chimiei. Abonamentele pentru biblioteci, cabinetele tehnice, individuale se pot achita în numerar sau în contul nostru de virament: Centrul de documentare al industriei petrolului şi chimiei – Sectorul publicaţiilor tehnice – telefon 13.52.23, Bd. N. Bălcescu, nr. 16, raion 30 Decembrie, cont 136402 – 17 B.R.P.P., Filiala 30 Decembrie, Bucureşti. Tarif pentru întreprinderi lei 100 anual; tarif pentru abonamentele individuale: lei 30 anual. Preţul unui exemplar: lei 5.

Taxele poştale plătite în numerar conform aprobării D.G.P.Tc. nr. 560/11 759/1962. Tiparul: Întreprinderea Poligrafică nr. 2, Bucureşti – c. 825

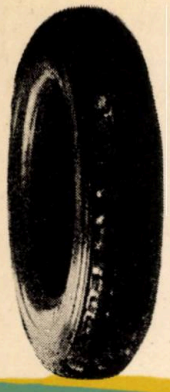
LEI 5

E 1145

petrol și gaze

5

PETROL ȘI GAZE • Vol. 14 • Nr. 5 • P. 225 — 272 • BUCUREȘTI, 1963



UZINELE CHIMICE
Victoria

FLOREȘTI
REG PLOIEȘTI
GARA BĂICOI

produc:

anvelope și camere
de biciclete
motociclete
autoturisme, auto-
camioane, autobuze
și tractoare

ORSZÁG. MŰSZAKI KÖNYVTÁRÉS DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT 1883

CUPRINS

	Pag.
D. SĂLIŞTEANU : **Despre posibilităţile metodelor sclerometrice în determinarea de laborator a proprietăţilor elastice ale rocilor**	225–230
I. D. PÎRCĂLĂBESCU : **Contribuţie la cunoaşterea compoziţiei mineralogice a unor zăcăminte de hidrocarburi fluide din R.P.R.**	231–245
N. ŢILIVEA : **Posibilităţile de menţinere sau creştere a producţiei în şantierele vechi din Trustul de extracţie ţiţei-Piteşti**	246–250
S. PĂNCESCU : **Observaţii în legătură cu cimentările cu reţinător**	251–254
M. TIMUS şi G. BOLDESCU : **Procedee moderne de fabricare a benzinei superioare şi economicitatea lor**	255–260
V. CAPBĂTUT : **Aspecte din tehnologia executării îmbinărilor sudate la conductele magistrale de gaze şi produse petroliere**	261–268
CRONICĂ	269–270
DOCUMENTARE	271–272

COMITETUL DE REDACŢIE

Ing. I. NICULESCU, Laureat al Premiului de Stat, redactor responsabil, ing. GH. ALDEA, ing. I. COSTESCU, ing. V. COVRIG, dr. ing. N. CRISTEA, Laureat al Premiului de Stat, dr. ing. AL. DRĂGAN, ing. I. ISTRATE, ing. G. PACOSTE, ing. N. ROŞCA, ing. I. TOCAN, candidat în ştiinţe tehnice şi ing. A. ZBEREA.

Fotografia de pe copertă reprezintă instalaţia DAV-2 — Teleajen

СОДЕРЖАНИЕ

Д. СЭЛИШТЯНУ: **О возможностях склерометрических методов лабораторного определения эластических свойств горных пород** ..... 225—230

И. Д. ПЫРКЭЛЭБЕСКУ: **К вопросу изучения минералогического состава некоторых месторождений жидких углеводородов в РНР** ..... 231—245

Н. ЦИЛИВЯ: **Возможности увеличения добычи на старых нефтепромыслах Питештского нефтедобывающего треста** ..... 246—250

С. ПЭНЧЕСКУ: **Замечания относительно цементажа производимого с применением пакера** ..... 251—254

Н. ТИМУШ и Г. БОЛДЕСКУ: **Новейшие способы производства высококачественного бензина и их экономичность** ..... 255—260

В. КАПБЭТУТ: **Аспекты из технологии производства сварных соединений на магистральных газонефтепроводах** ..... 261—268

ХРОНИКА ..... 269—270

ДОКУМЕНТАЦИЯ ..... 271—272

Д. СЭЛИШТЯНУ: **О возможностях склерометрических методов лабораторного определения эластических свойств горных пород**

Описывается склерометрическое приспособление с качающимися шариками и приводится ряд данных, полученных в связи с определением относительной эластической характеристики ε и абсорбционной функции на образцах горных пород.

Подчеркивается значение определения эмпирических соотношений между этими параметрами и коллекторными свойствами горных пород.

Petrol şi gaze *14*, *5*, стр. 225—230
ДК 552.12 : 550.8

С. ПЭНЧЕСКУ: **Замечания относительно цементажа производимого с применением пакера**

В статье освещается ряд аспектов и приводится ряд личных замечаний относительно цементажа производимого с помощью пакера. Высказываются критические соображения относительно способа осуществления операций, а также предварительного исследования с применением радиоактивных изотопов для уточнения фактического состояния скважины и разработки наиболее действенной программы. Вместе с тем в работе приводятся причины, ведущие к цементажу с применением пакера, а также направления намеченные для проведения этих работ в оптимальных условиях.

Petrol şi gaze *14*, *5*, стр. 251—254
ДК 622.276.4 : 622.245.42

И. Д. ПЫРКЭЛЭБЕСКУ: **К вопросу изучения минералогического состава некоторых месторождений жидких углеводородов в РНР**

Рассматривается минералогический состав нефтяных месторождений в миоцене и плиоцене Гетицкой низменности и зоне диапировых складок. Согласно приведенным данным можно заключить, что миоцен отличается от плиоцена в отношении минералогического состава и процентного содержания минералов, составляющих твердую среду анализируемых месторождений жидких углеводородов.

Petrol şi gaze *14*, *5*, стр. 231—245
ДК 555.982 : 549.1

М. ТИМУШ и Г. БОЛДЕСКУ: **Новейшие способы производства высококачественного бензина и их экономичность.**

На основе практических испытаний в статье рассматривается вопрос дополнения вышеного профиля нефтеперерабатывающих заводов установками для изомеризации фракции C_5—C_6, для выпуска бензина с октановым числом 98 и выше в благоприятных технико-экономических условиях.

Производство бензинас высоким октановым числом является возможным только при внедрении изомеризационного процесса, экономичность которого достигается, однако, лишь в известных пределах.

Petrol şi gaze *14*, *5*, стр. 255—260
ДК 665.521.2 : 665.592.3

INHALTSVERZEICHNIS

D SĂLIȘTEANU : **Über die Möglichkeiten der Härtemessverfahren in der Laborbestimmung der elastischen Eigenschaften der Gesteine** 225–230

I. D. PÎRCĂLĂBESCU : **Beiträge zur Kenntnis der mineralogischen Zusammensetzung einiger Lagerstätten von flüssigen Kohlenwasserstoffen in der RVR** 231–245

N. TILIVEA : **Möglichkeiten zur Steigerung der Förderproduktion auf alten Bohrfeldern des Fördertrustes Pitești** 246–250

S. PĂNCESCU : **Beobachtungen im Zusammenhang mit den Zementierungen mit Rückhaltsvorrichtung** 251–254

M. TIMUȘ und G. BOLDESCU : **Moderne Fabrikationsverfahren des hochwertigen Benzins und deren Wirtschaftlichkeit** 255–260

V. CAPBĂTUT : **Aspekte der Fertigungstechnologie geschweisster Verbindungen bei Rohrleitungen für Erdgas und Erdölerzeugnisse** 261–268

CHRONIK 269–270

DOKUMENTATION 271–272

D. SĂLIȘTEANU : **Über die Möglichkeiten der Härtemessverfahren in der Laborbestimmung der elastischen Eigenschaften der Gesteine.**

Der Verfasser beschreibt einen Sklerometer mit Pendelkugeln und führt einige Angaben über die Bestimmung der relativen elastischen Kennzahl ε und der Absorbtionsfunktion an Hand von Gesteinproben an.

Es wird auf die Bedeutung der Bestimmung empirischer Verhältnisse zwischen diesen Parametern und den Sammeleigenschaften der Gesteine hingewiesen.

Petrol și Gaze *14*, 5, S. 225–230
DK 552.12 : 550.8

S. PĂNCESCU : **Beobachtungen im Zusammenhang mit den Zementierungen mit Rückhaltsvorrichtung.**

Es werden eine Reihe von Aspekten und persönlichen Beobachtungen über die Zementierungen mit Rückhaltsvorrichtung dargelegt. Ferner enthält der Aufsatz kritische Bemerkungen im Zusammenhang mit der Arbeitsweise und den vorangehenden Untersuchungen mit Radioisotopen zur Bestimmung der genauen Lage in der Sonde und der Ausarbeitung des wirksamsten Programms. Abschliessend werden die Umstände angeführt die eine Zementierung mit Rückhaltsvorrichtung erforderlich machen, wie auch die Richtungen, die zu ihren Verbesserungen führen.

Petro și Gaze *14*, *5*, S. 251–254
DK 622.276.4 : 622.245.42

I. D. PÎRCĂLĂBESCU : **Beiträge zur Kenntnis der mineralogischen Zusammensetzung einiger Lagerstätten von flüssigen Kohlenwasserstoffen in der RVR.**

Im Aufsatz wird die mineralogische Zusammensetzung einiger Erdöllagerstätten aus dem Miozän und Pliozän, der Getischen Depression und der Zone der Dyaphyren Falten dargelegt. Aus den angeführten Angaben geht hervor, dass das Miozän sich vom Pliozän durch die mineralogische Zusammensetzung und dem Prozentsatz von Mineralien unterscheidet, die den festen Anteil der untersuchten Lagerstätten flüssiger Kohlenwasserstoffe bilden.

Petrol și Gaze. 14, 5, S. 231–245
DK 555.982 : 549.1

M. TIMUȘ und G. BOLDESCU : **Moderne Fabrikationsverfahren des hochwertigen Benzins und deren Wirtschaftlichkeit.**

Auf Grund praktischer Versuche wird vorgeschlagen, das aktuelle Profil der Raffinerien mit Anlagen zur Isomerisierung der Fraktion C_5–C_6 zwecks Herstellung von Benzin mit einer Oktanzahl von über 98 unter günstigen technisch-wirtschaftlichen Bedingungen, zu ergänzen.

Die Herstellung von Benzinen mit hoher Oktanzahl ist nur durch Einführung des Isomerisierungsprozesses möglich, der aber nur in besonderen Verhältnissen wirtschaftlich gestaltet werden kann.

Petrol și Gaze *14*, 5, S. 255–260
D.K. 665.521.2 : 665.592.3

SOMMAIRE

D. SĂLIȘTEANU : **Les possibilités des méthodes scléromètriques dans la détermination au laboratoire des propriétés élastiques des roches** 225–230

I. D. PÎRCĂLĂBESCU : **Contribution à la connaissance de la composition minéralogique de certains gisements d'hydrocarbures fluides de la R.P.R.** 231–245

N. TILIVEA : **Possibilités d'accroître la production dans les vieux chantiers du Trust d'extraction de Pitești** 246–250

S. PĂNCESCU : **Observations concernant les cimentations à soupape d'arrêt** 251–254

M. TIMUȘ et G. BOLDESCU : **Certains procédés modernes de fabrication de l'essence supérieure et leur économicité** 255–260

V. CAPBĂTUT : **Aspects de la technologie de l'exécution des joints soudés dans les conduites principales à gaz et produits pétroliers** 261–238

CHRONIQUE 269–270

DOCUMENTATION 271–272

D. SĂLIȘTEANU : **Les possibilités des méthodes scléromètriques dans la détermination au laboratoire des propriétés élastiques des roches.**

On présente un dispositif scléromètrique à billes pendulées et quelques données rélatives à la détermination de la caractéristique élastique relative ε et de la fonction d'absorption par échantillons de roches.

On souligne l'importance de l'établissement de certains relations empiriques entre ces paramètres et les propriétés collectrices des roches.

Petrol și Gaze *14*, *5*, p. 225–230
CD 552.12 : 550.8

S. PĂNCESCU: **Observations concernant les cimentations à soupape d'arrêt.**

L'article présente une série d'aspects et d'observations personnelles concernant les cimentations à soupape d'arrêt. Il contient des considérations critiques au sujet du mode d'exécution des opérations et de l'investigation préalable à l'aide d'isotopes radioactifs, destinée à établir la situation exacte de la sonde et à élaborer le programme le plus efficace. On indique également les raisons qui exigent l'exécution des cimentations à soupape d'arrêt et le mode d'accroître l'efficacité de ces opérations.

Petrol și Gaze *14*, *5*, p. 251–254
CD 622.276.4 : 622.245.42

I. D. PÎRCĂLĂBESCU : **Contribution à la connaissance de la composition minéralogique de certains gisements d'hydrocarbures fluides de la R.P.R.**

L'auteur présente la composition minéralogique de certains gisements de pétrole brut du Miocène et du Pliocène de la Dépression Gétique et de la zone des Plis Diapirs. Il ressort des données fournies par l'ouvrage que le Miocène diffère du Pliocène en ce qui concerne la composition minéralogique et la participation pourcentuelle des minerais qui constituent le milieu solide des gisements d'hydrocarbures fluides analysés.

Petrol și Gaze *14*, *5*, p. 231–245
CD 555.982 : 549.1

M. TIMUȘ et G. BĂLĂNESCU : **Certains procédés modernes de fabrication de l'essence supérieure et leur économicité.**

L'auteur analyse, à la lumière des expériences effectuées, les possibilités de compléter le profil actuel des raffineries par des installations d'isomérisation de la fraction C_5—C_6, en vue de réaliser l'essence à indice octanique 98 ou plus grand, dans des conditions techniques et économiques favorables.

La réduction des essences à un niveau octanique supérieur exige l'introduction du processus d'isomérisation, qui n'est toutefois économique que dans certaines proportions.

Petrol și Gaze *14*, *5*, p. 255–260
CD 665-521.2 : 665.592.3

CONTENTS

D. SĂLIȘTEANU : **The possibilities of sclerometric methods in laboratory determinations of the elastic properties of rocks** 225–230

I. D. PÎRCĂLĂBESCU : **A contribtuion to the knowledge of the mineralogical composition of some fluid hydrocarbon deposits of the R.P.R.** 231–245

N. TILIVEA : **Some possibilities of raising the production in some old yards of the Pitești extraction trust** 246–250

S. PĂNCESCU : **Some observations on check valve cementings** 251–254

M. TIMUȘ : and G. BOLDESCU : **Modern techniques in manufacturing high-quality gasolines and their economic efficiency** 255–269

V. CAPBĂTUT : **Aspects concerning the technology of welded joints in gas- and oil product conveying main lines** 261–268

CHRONICLE 269–270

DOCUMENTATION 271–272

D. SĂLIȘTEANU : **The possibilities of sclerometric methods in laboratory determinations of the elastic properties of rocks.**

After describing a sclerometric device with pendular balls, the author presents some data concerning the determination of the elastic relative characteristic ε and the absorption function on rock samples.

The importances is stressed of establishing some empirical relations between these parameters and the collecting properties of rocks.

Petrol și Gaze *14*, H. 5, S. 225–230
DC 552.12 : 550.8

S. PĂNCESCU : **Some observations on check valve cementings.**

The paper presents a series of aspects and personal observations concerning the check valve cementings. Some critical considerations are made concerning the way of performing the operations and the previous investigation by means of radioactive isotopes, to determine the exact status of the well and drawing up the most efficient program. The paper also discusses the reasons requiring check valve cementings and the way of improving these operations.

Petrol și Gaze, *14*, H. 5, S. 251–254
DC 622.276.4 : 622.245.42

I. D. PÎRCĂLĂBESCU : **A contribution to the knowledge of the mineralogical composition of some fluid hydrocarbon deposits of the R.P.R.**

The mineralogical composition is shown of some crude oil deposits in the Miocene and Pliocene of the Getic Depression and the Overthrust Fold Zone. It is concluded from the data obtained that Miocene differs from the Pliocene in respect of mineralogical composition and percentual participation of ores composing the solid medium of fluid hydrocarbon deposits analysed.

Petrol și Gaze *14*, H. 5, S. 231–245
DC 555.982 : 549.1

M. TIMUȘ and G. BOLDESCU : **Modern techniques in manufacturing high quality gasolines and their economic efficiency.**

The necessity is discussed in the light of practical experiments of providing the refineries with the installations required by the isomerisation of the C_5-C_6 fraction to obtain gasoline of octane number 98 or more, under favourable technical and economic conditions.

The raising of the octane number of gasolines necessarily requires the introduction of the isomerisation process whose economic efficiency depends however on certain proportions.

Petrol și Gaze *14*, H. 5, S. 255–260
DC 665.521.2 : 665.592.3

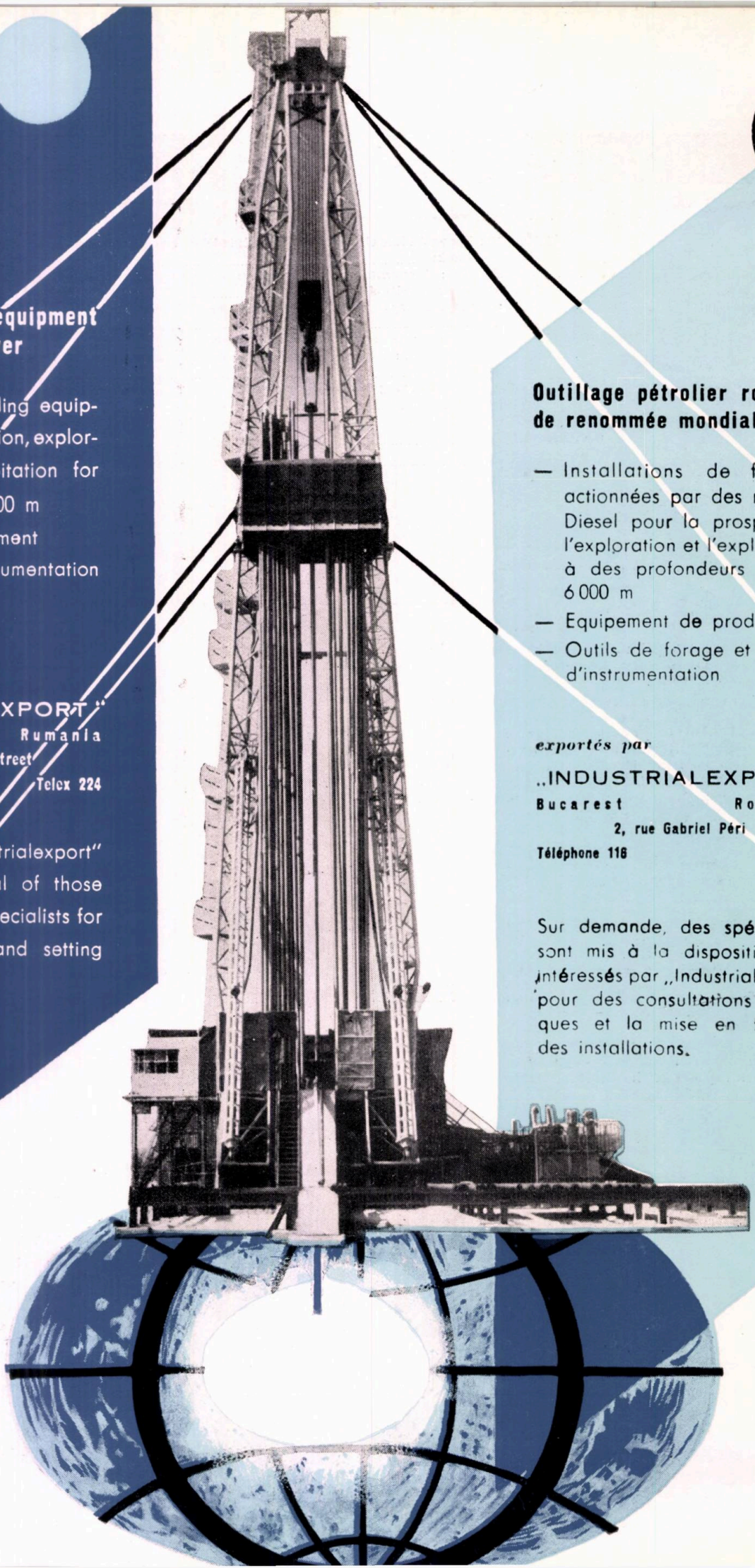
Rumanian oilfield equipment known the world over

— Diesel driven drilling equipment for prospection, exploration and exploitation for depths down 6 000 m
— Production equipment
— Drilling and instrumentation tools

exported by:

„INDUSTRIALEXPORT"
Bucharest Rumania
2, Gabriel Peri Street
Telephone 116 Telex 224

On demand „Industrialexport" put at the disposal of those concerned skillful specialists for technical advices and setting up of installations.



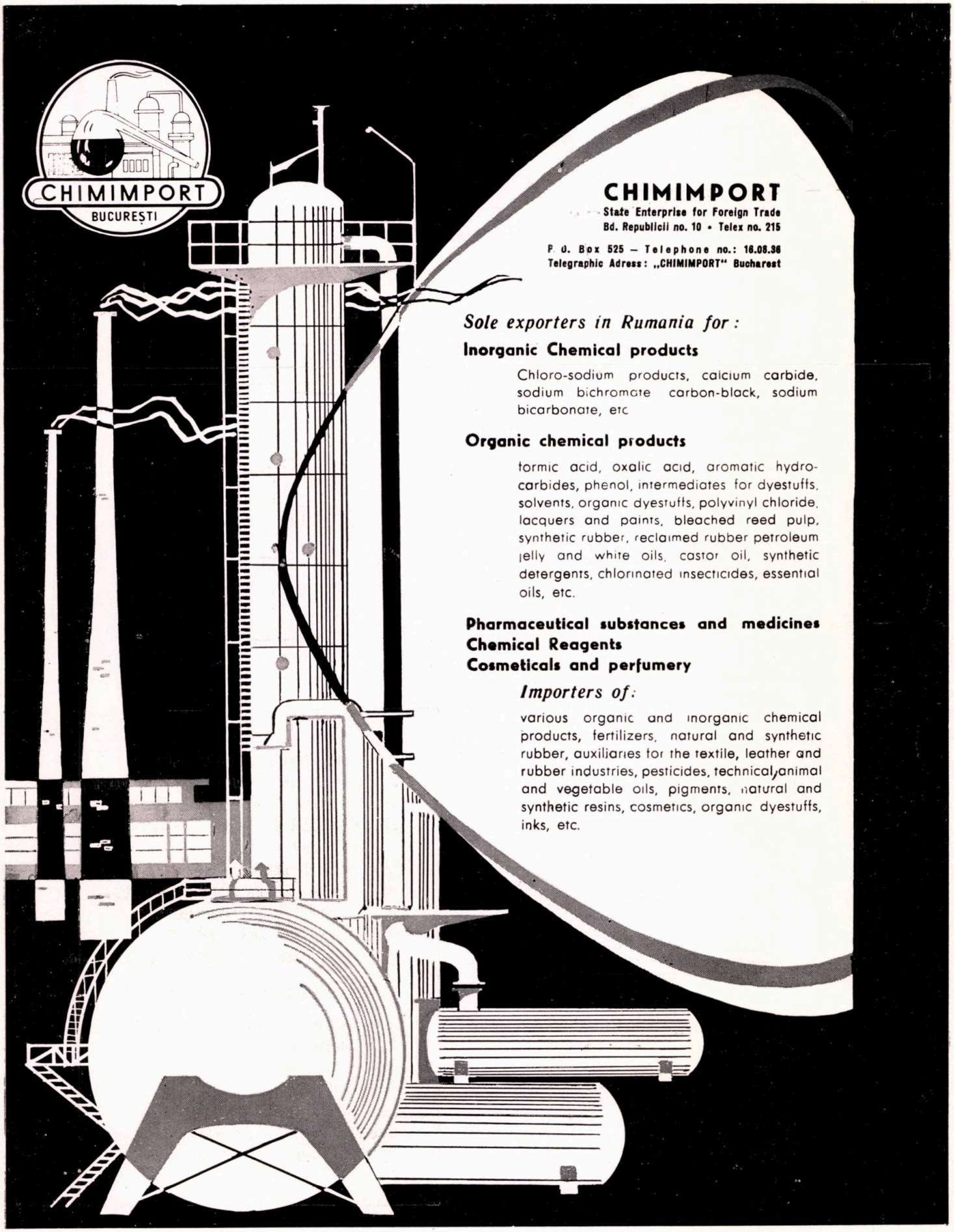
Outillage pétrolier roumain de renommée mondial

— Installations de forage, actionnées par des moteurs Diesel pour la prospection, l'exploration et l'exploitation à des profondeurs jusqu'à 6 000 m
— Equipement de production
— Outils de forage et d'instrumentation

exportés par

„INDUSTRIALEXPORT"
Bucarest Roumanie
2, rue Gabriel Péri
Téléphone 116 Télex 224

Sur demande, des spécialistes sont mis à la disposition des intéressés par „Industrialexport" pour des consultations techniques et la mise en fonction des installations.



CHIMIMPORT

State Enterprise for Foreign Trade
Bd. Republicii no. 10 • Telex no. 215

P. O. Box 525 — Telephone no.: 16.08.36
Telegraphic Adress: „CHIMIMPORT" Bucharest

Sole exporters in Rumania for:

Inorganic Chemical products

Chloro-sodium products, calcium carbide, sodium bichromate carbon-black, sodium bicarbonate, etc

Organic chemical products

formic acid, oxalic acid, aromatic hydrocarbides, phenol, intermediates for dyestuffs, solvents, organic dyestuffs, polyvinyl chloride, lacquers and paints, bleached reed pulp, synthetic rubber, reclaimed rubber petroleum jelly and white oils, castor oil, synthetic detergents, chlorinated insecticides, essential oils, etc.

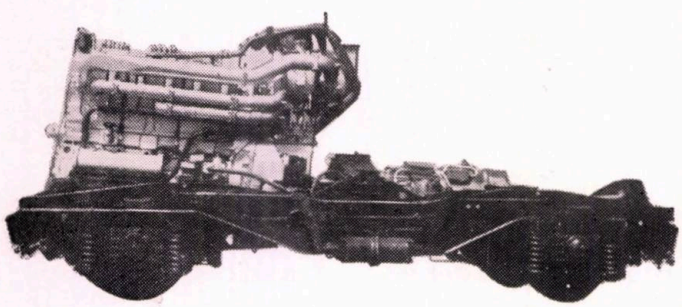
Pharmaceutical substances and medicines
Chemical Reagents
Cosmeticals and perfumery

Importers of:

various organic and inorganic chemical products, fertilizers, natural and synthetic rubber, auxiliaries for the textile, leather and rubber industries, pesticides, technical, animal and vegetable oils, pigments, natural and synthetic resins, cosmetics, organic dyestuffs, inks, etc.

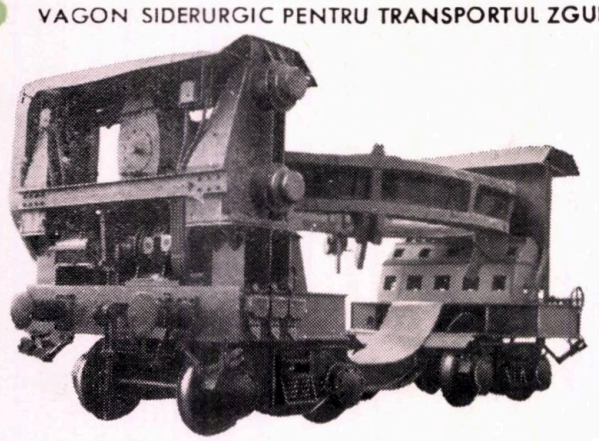
UZINELE 23 AUGUST BUCUREȘTI execută

● BOGHIU DE AUTOMOTOR CU ECHIPAMENT DIESEL HIDRAULIC DE 600 CP



● LOCOMOTIVĂ DIESEL DE 120 CP PENTRU ECARTAMENT DE 760 mm

● VAGON SIDERURGIC PENTRU TRANSPORTUL ZGUREI



● VAGON CISTERNĂ DE 50 t

Agregate și aparataje pentru industria chimică
Agregate și utilaje pentru industria siderurgică
Motoare Diesel de la 100 la 1 000 CP
Linii de ciment de 800 și 1 200 t/zi
Material rulant
Locomotive de manevră pentru cale normală
Automotoare de mare viteză și capacitate
Vagoane cisternă de mare capacitate
Vagoane speciale pentru siderurgie
Frîne cu aer comprimat pentru material rulant

TURNĂTORII ȘI OȚELĂRII

Piese turnate din oțel pînă la 25 t/bucată
Piese turnate din oțel manganos
Piese turnate din fontă
Piese forjate liber
Piese matrițate
Oțeluri aliate de construcții
Oțeluri de scule aliate și rapide

petrol și gaze

ANUL XIV Nr. 5 MAI 1963
ORGAN AL MINISTERULUI INDUSTRIEI PETROLULUI ȘI CHIMIEI ȘI AL CONSILIULUI NAȚIONAL AL INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN R. P. R.

Despre posibilitățile metodelor sclerometrice în determinarea de laborator a proprietăților elastice ale rocilor

Ing. D. SĂLIȘTEANU

Deși instalațiile cu impulsuri de ultrasunete sînt folosite din ce în ce mai larg pentru determinarea proprietăților elastice ale rocilor, dispozitivele sclerometrice bazate pe percusiunea cu bile elastice continuă să rămînă în practica multor laboratoare geofizice (din U.R.S.S., R.P.B., R.P.R. și alte țări) și tind să se dezvolte paralel cu metodele bazate pe propagarea ultrasunetelor. Acest fapt este legat pe de o parte de simplitatea măsurătorilor sclerometrice, iar pe de altă parte de o serie de dificultăți întîmpinate de metodele pentru studierea propagării ultrasunetelor.

De aceea, considerăm că nu sînt lipsite de interes încercările efectuate în cadrul Întreprinderii de laboratoare geologice privind perfecționarea sistemelor sclerometrice de măsurare a proprietăților elastice ale rocilor.

Caracteristica elastică relativă ε care se determină în cazul acestor măsurători reprezintă ceea ce în mecanică se numește coeficient de restituire (ricoșare) a două corpuri care se ciocnesc.

Dacă cele două corpuri au avut înainte de percusiune vitezele $\overline{V}_1$, respectiv $\overline{V}_2$ orientate după axa centrelor lor de greutate (axă ce este perpendiculară pe planul tangent comun în punctul de contact), corpurile după percusiune se vor deplasa pe aceeași direcție cu vitezele $\overline{U}_1$ și $\overline{U}_2$, care satisfac teorema conservării cantității de mișcare:

$$m_1\overline{V}_1 + m_2\overline{V}_2 = m_1\overline{U}_1 + m_2\overline{U}_2.$$

Diferențele vitezelor celor două corpuri înainte și după percusiune sînt legate prin următoarea relație:

$$\overline{U}_1 - \overline{U}_2 = -\varepsilon(\overline{V}_1 - \overline{V}_2)$$

de coeficientul de ricoșare ce caracterizează elasticitatea ciocnirii.

Dacă unul dintre corpurile ce participă la ciocnire este de masă infinită ($\overline{V}_2 = \overline{U}_2 = 0$), atunci:

$$\varepsilon = \frac{|U_1|}{|V_1|}.$$

Dacă se presupune direcția ciocnirii verticală și căderea liberă a corpului de masă m_1 vitezele se exprimă prin:

$$V_1 = \sqrt{2gH}$$
$$U_1 = \sqrt{2gH}$$

Coeficientul de ricoşare este în acest caz:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{h}{H}}.$$

Pe acest principiu, al căderii libere a unei bile de oţel pe suprafaţa şlefuită a eşantionului de rocă, se bazează sclerometrul obişnuit (tip Tarhov).

El se compune dintr-un dispozitiv de declanşare, care asigură căderea bilei de oţel printr-un tub de sticlă gradat pe suprafaţa eşantionului fixat rigid în partea inferioară a tubului de sticlă printr-un colier metalic greu, care face contact cu marginile suprafeţei libere a eşantionului.

Înălţimea de cădere H se determină prin lungimea tubului, iar înălţimea de ricoşare h prin citirea directă a gradaţiilor de pe tub.

SCLEROMETRUL CU BILE PENDULATE

Reproductibilitatea determinărilor coeficientului ε pe probe de roci este invers proporţională cu mărimea impulsului percutant. O dată cu creşterea acestui impuls cresc deformările plastice în zona ciocnirii, schimbîndu-se astfel condiţiile de impact ale lansărilor următoare pe suprafaţa eşantionului. Or, pentru a avea sensibilitate în determinarea lui h, chiar în cazul bilelor foarte mici, lansarea verticală cere mărirea impulsului. Pe lîngă aceasta, viteza de ricoşare mare şi frecările întîmplătoare pe tubul de sticlă creează dificultăţi în citirea exactă a înălţimii h.

S-a constatat [8] că precizia şi reproductibilitatea măsurătorilor sînt mult mai bune în cazul unui dispozitiv în care ciocnirea nu se face prin căderea directă a bilei, ci printr-o mişcare de pendulare a acestei bile.

Dacă bila (care este atîrnată de un fir cu greutate neglijabilă de lungime l şi face în poziţie de echilibru contact cu suprafaţa verticală a probei fixată rigid) este lansată de la o distanţă unghiulară Δ_0, ea va avea în momentul ciocnirii o viteză tangenţială [1]:

$$V = \sqrt{2gl(1 - \cos \Delta_0)}.$$

Viteza de ricoşare se exprimă prin relaţia:

$$U = \sqrt{2gl(1 - \cos \Delta)},$$

unde Δ este distanţa unghiulară la care a fost respinsă bila după ciocnire.

Coeficientul de ricoşare $\varepsilon = \left|\frac{U}{V}\right|$ este în acest caz:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{1 - \cos \Delta}{1 - \cos \Delta_0}} = \frac{\sin \frac{\Delta}{2}}{\sin \frac{\Delta_0}{2}}. \qquad (1)$$

Deci, la un astfel de dispozitiv determinarea lui ε se face prin măsurarea unghiurilor de înclinare faţă de verticală a firului de susţinere a bilei în momentul lansării şi în momentul ricoşării maxime (fig. 1).

Percusiunea pe direcţie orizontală a eşantionului prezintă, faţă de căderea liberă, şi avantajul principial de a putea caracteriza mai amplu proprietăţile elastice ale rocii prin pla-

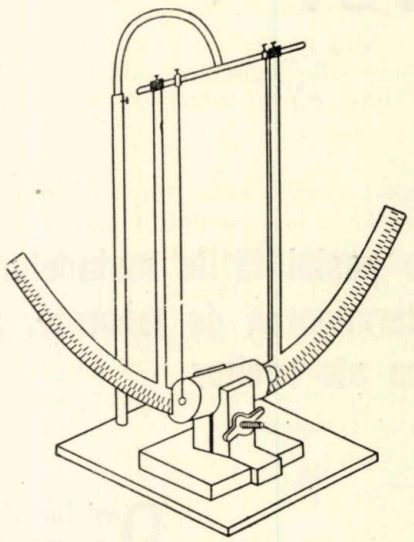


Fig. 1. Sclerometru cu bile pendulate.

sarea unei bile suspendate în partea opusă suprafeţii de impact. După cum se va arăta mai departe, mărimea saltului acestei bile permite să se aprecieze coeficientul de absorbţie a undelor elastice în roca respectivă.

LEGĂTURA DINTRE CARACTERISTICA ELASTICĂ RELATIVĂ (COEFICIENTUL DE RICOŞARE) ε ŞI CONSTANTELE ELASTICE

Pe baza a numeroase determinări experimentale, a fost stabilită dependenţa empirică dintre coeficientul de ricoşare şi proprietăţile fizice ale rocilor (viteza de propagare a undelor elastice, densitatea, rezistivitatea specifică şi altele) [2, 3, 7, 8].

Pentru exprimarea matematică a dependenţei dintre ε şi constantele elastice, este necesar calculul deplasărilor de compresiune.

După formula lui Hertz [5, 2] deplasarea relativă α a centrelor a două sfere ce se ciocnesc este în momentul compresiunii maxime:

$$\alpha = \left[\frac{5\pi V^2 (\theta_1 + \theta_2) m_1 m_2}{4 (m_1 + m_2)}\right]^{2/5} \cdot \left(\frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2}\right)^{1/5}, \qquad (2)$$

unde:

V este viteza apropierii sferelor înaintea percusiunii;
m_1, m_2 — masele sferelor;
R_1, R_2 — razele sferelor;
θ_1, θ_2 — constantele elastice ale sferelor.

În cazul ciocnirii unei sfere în cădere liberă cu un plan ($m_2 = \infty$, $R_2 = \infty$) se obține :

$$\alpha = R\left[\frac{5\pi^2 V^2 \sigma_1(\theta_1+\theta_2)}{4}\right]^{2/5} \qquad (3)$$

unde :

$V = \sqrt{2gH}$;

σ_1 este densitatea sferei.

Pe de altă parte, raza conturului circular de presiune a este legată de adîncimea de pătrundere a sferei α prin următoarea relație (Hertz) :

$$a^2 = \alpha \cdot R.$$

Această rază a este (după Kalinina [2]) legată printr-o dependență liniară $a = b - c\varepsilon = 0{,}062 - 0{,}043\,\varepsilon$ de coeficientul de ricoșare ε.

Introducînd în formula (3) $\alpha = \frac{(b - c\varepsilon)^2}{R}$ și expresiile constantelor elastice θ_1 și θ_2 (în funcție de constanta lui Poisson ν, densitatea σ și viteza v de propagare a undelor longitudinal în corpurile ce se ciocnesc) :

$$\theta_1 = \frac{(1-\nu_1)^2}{\pi v_1^2 \cdot \sigma_1 (1-2\nu_1)},$$

$$\theta_2 = \frac{(1-\nu_2)^2}{\pi v_2^2 \sigma_2 (1-2\nu_2)},$$

se obține următoarea relație :

$$(b - v\varepsilon)^2 = \frac{5}{4}\pi V^2 \sigma_1 R^2 \frac{(1-\nu_1)^2}{1-2\nu_1}\left(\frac{1}{v_1^2\sigma_1} + \frac{1}{v_2^2\sigma_2}\right), \qquad (4)$$

care stabilește natura dependenței dintre caracteristica elastică relativă ε și viteza de propagare a undelor longitudinale v_2.

Pentru construirea grafică a dependenței teoretice $v_2 = f(\varepsilon)$ se introduc în formula (4) parametrii dispozitivului folosit :

$$R = 0{,}325 \text{ cm};$$

$E_{oțel} = v_1^2 \sigma_1 (1-2\nu_1) = 20.10^{11}$ dyne/cm^2 (respectiv $\sigma_1 = 7{,}8$ g/cm^3 și $v_1 = 5.10^5$ cm/s).

Se obține relația :

$$v_2 = \sqrt{\frac{2{,}78\cdot 10^4}{\sigma_2\,[(0{,}062 - 0{,}043\,\varepsilon)^5 - 0{,}1391\cdot 10^{-7}]}},$$

care pentru $\sigma_2 = 1{,}1 + 2\,\varepsilon$ are o exprimare grafică de forma celei din figura 2 [2].

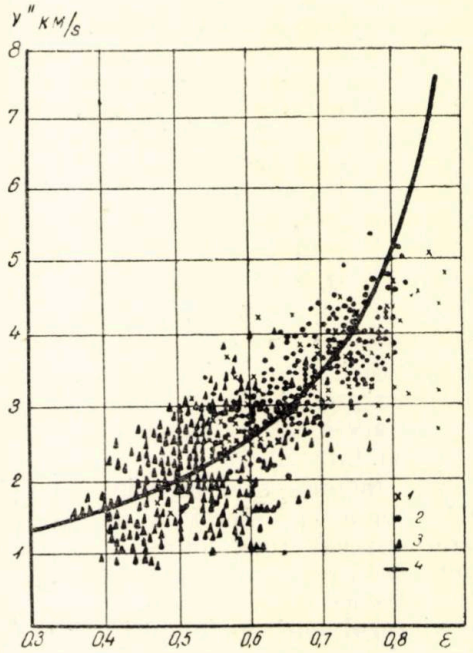


Fig. 2 :
1 – dolomite ; *2* – calcare ; *3* – argile ; *4* – curba calculată.

POSIBILITATEA PRACTICĂ A APRECIERII VALORII VITEZEI DE PROPAGARE, A DENSITĂȚII ȘI A ALTOR PARAMETRI PE BAZA DETERMINĂRII COEFICIENTULUI DE RICOȘARE ε

În tabela 1 sînt prezentate cîteva determinări experimentale ale lui ε_H, ε_Δ, σ și v pentru aceleași eșantioane de rocă. Determinarea vitezei de

Tabela 1

Nr. probei	Descriere	Viteza de propagare a undelor US (în corp masiv, 400 kHz)	Densitatea de volum, σ	$\varepsilon_H = \sqrt{\frac{h}{H}}$ pentru $H = 102$ mm	$\varepsilon_\Delta = \frac{\sin\frac{\Delta}{2}}{\sin\frac{\Delta_0}{2}}$ pentru $\Delta_0 = 20°\,30'$	ε_{mediu}
1/Sd.1 Fundeni 1 414 m	Calcar dolomitic	—	2,40	0,665	0,670	0,667
2/611	Calcar marnos, callovian afloriment	4 350	—	0,594	0,469	0,531
3/222	Marnocalcar	4 630	2,43	0,624	0,718	0,671
4/5 M	Calcar criptocristalin slab marnos, calorian afloriment	4 670	2,27	0,565	0,525	0,545
5/47	Marnă	2 400	—	0,364	0,443	0,403
6/13 N	Calcar fin, oxford afloriment	4 500	2,22	0,585	0,537	0,563
7/1 S	Calcar oolitic organogen, sarmațian afloriment	5 125	2,30	0,582	0,620	0,601
8/2 H	Calcar fin diagenizat, apțian afloriment	3 000	1,81	0,340	0,343	0,342
9/7 D	Calcar dolomitic, jurasic	5 470	2,55	0,700	0,725	0,713
10/Sd. 1 Fundeni 1 351m 4	Calcar compact dur	5 490	2,56	0,696	0,712	0,704
11/5 H	Gresie calcaroasă galbenă	3 550	2,09	0,371	0,479	0,425
12/11 H	Calcar cretos	3 275	—	0,358	0,342	0,350

propagare a undelor elastice s-a efectuat cu ajutorul instalației de ultrasunete cu impulsuri construită la Institutul de laboratoare geologice.

Împrăștierea valorilor $v = f(\varepsilon)$ determinate experimental față de curba calculată teoretic este legată în primul rînd de faptul [2] că ε caracterizează elasticitatea medie a rocii în volumul limitat în adîncime de dublul razei conturului circular de presiune a, care nu întotdeauna exprimă elasticitatea întregii roci (fig. 3). Pen-

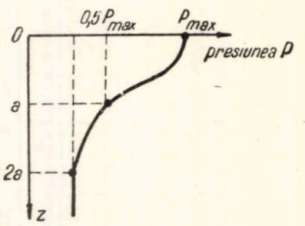


Fig. 3.

tru unele roci acest volum este comensurabil cu mărimea particulelor cristaline ce alcătuiesc roca și în acest caz valoarea ε s-ar atribui în mod eronat întregii roci.

Așadar, metoda sclerometrică se aplică cu rezultăte bune și determină un parametru ε ce caracterizează roca numai în cazul rocilor omogene și al rocilor de granulație fină sau cu legături elastice între granule.

Cu ajutorul curbelor empirice $v = f(\varepsilon)$ construite pe baza a foarte numeroase determinări (300—500) pe roci de categoria celor amintite mai sus se poate determina cu o eroare de sub 10% viteza de propagare, cunoscînd valoarea coeficientului de ricoșare pentru roca respectivă.

Astfel, vitezele medii pe formațiuni pentru o serie întreagă de unități structurale din U.R.S.S. au putut fi stabilite pe această cale [4].

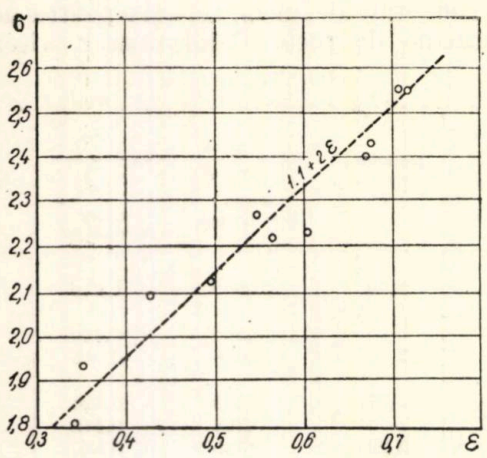


Fig. 4. Reprezentarea coeficientului de ricoșare în funcție de densitatea de volum a rocilor analizate. Se remarcă o dependență liniară.

Caracteristica elastică relativă ε chiar fără a fi transformată în mărimea vitezei de propagare poate fi un parametru fizic de mare utilitate în corelarea stratigrafică, în special a rocilor dolomitico-calcaroase slab diferențiate litologic.

Relația între ε și densitatea rocii σ, după cum se vede din figura 4, este liniară și permite, cu o bună aproximație, să se determine σ pe baza valorilor ε.

În literatură sînt semnalate [2, 3] încercări de a găsi o dependență între coeficientul de ricoșare și alți parametri fizici ai rocilor nelegați funcțional de proprietățile elastice ale rocilor, ca, de exemplu, rezistivitatea specifică. De asemenea, există încercări interesante de a aprecia porozitatea, permeabilitatea și saturația în lichide a rocilor pe baza valorii coeficientului de ricoșare și a altor parametri elastici [6, 7].

DURATA CIOCNIRII CA PARAMETRU FIZIC AL ROCILOR

Un alt parametru care poate fi determinat practic și care caracterizează elasticitatea rocilor este durata ciocnirii bilei cu roca.

După Hertz [2] această durată este egală cu :

$$t = 2{,}9432\frac{\alpha}{v},$$

unde :

v este viteza de propagare a undelor elastice ;
α — adîncimea maximă de pătrundere a bilei în eșantion în momentul ciocnirii.

Făcînd să funcționeze bila și eșantionul ca două plăci ale unui condensator (este necesară aplicarea unei pelicule coloidale de argint pe suprafața de contact a eșantionului), această durată de ciocnire se poate măsura electric printr-un galvanometru balistic [1] sau un numărător.

Înlocuind pe α obținem pentru viteza de propagare expresia :

$$v = 2{,}9432\,\frac{(0{,}062 - 0{,}043\,\varepsilon)^2}{R \cdot t},$$

în care R, t și ε sînt mărimi determinabile practic.

APRECIEREA ABSORBȚIEI UNDELOR ELASTICE ÎN ROCI PRIN DETERMINĂRI SCLEROMETRICE

După cum se vede în figura 1, între două bile de oțel atîrnate de fire de lungime egală și aflate în echilibru introducem și fixăm rigid un eșantion de rocă cu suprafețe verticale șlefuite, care fac contact cu bilele.

1. Bilele sînt de masă egală. Lansarea unei bile asupra eșantionului din poziția Δ_0 va produce saltul celeilalte pînă la Δ_2 ($\Delta_2 < \Delta_0$).

Dacă ciocnirea directă dintre bile este perfect elastică ($\varepsilon_0 = 1$), atunci :

$$e = \frac{\sin\frac{\Delta_2}{2}}{\sin\frac{\Delta_0}{2}},$$

va caracteriza proprietățile elastice și de absorbție ale rocii, iar variația lui e în funcție de lungimea eșantionului va caracteriza numai absorbția, adică :

$$\eta(\alpha) = \frac{e}{\varepsilon_\Delta} = \frac{\sin\frac{\Delta_2}{2}}{\sin\frac{\Delta}{2}},$$

unde Δ este mărimea saltului înapoi al bilei lansate de la distanța unghiulară Δ_0 [ε_Δ are expresia din formula (1)].

2. *Bile de masă diferită și cu ciocnire neideală.* În acest caz este necesară determinarea prealabilă a corecției pentru ciocnirea neideală a bilelor. Notînd V_1, V_2 și U_1, U_2 vitezele bilelor înainte și, respectiv, după ciocnire, β — poziția primei bile înainte de lansare și γ — deplasarea bilei a doua după ciocnire, avem :

$$V_1 = \sqrt{2\,gl\,(1 - \cos\beta)};$$

$$V_2 = 0;$$

$$U_2 = \sqrt{2\,gl\,(1 - \cos\gamma)}.$$

Viteza după ciocnire a primei bile se obține pe baza teoremei conservării impulsului :

$$U_1 = \sqrt{2gl\,(1-\cos\beta)} - \frac{m_2}{m_1}\sqrt{2g\,l\,(1-\cos\gamma)}.$$

Coeficientul de restituire (corecția căutată) va fi :

$$\varepsilon_0 = \frac{U_2 - U_1}{V_1 - V_2} = \frac{\left(1 - \frac{m_2}{m_1}\right)\sin\frac{\gamma}{2} - \sin\frac{\beta}{2}}{\sin\frac{\beta}{2}}.$$

Dacă roca ar permite o ciocnire ideală și ar avea absorbția nulă, valoarea e determinată ar fi egală cu coeficientul de restituire ε_0.

Folosirea bilelor cu mase diferite ($m_2 < m_1$) este necesară pentru creșterea preciziei de citire a saltului de ricoșare Δ_2.

Coeficientul e (funcția de elasticitate și absorbție) este în acest caz (pe baza legii conservării momentelor de mișcare) :

$$e = \frac{m_2}{m_1}\cdot\frac{U_2}{V_1} = \frac{m_2}{m_1}\,\frac{\sin\frac{\Delta_2}{2}}{\sin\frac{\Delta_0}{2}}$$

sau corectat pentru elasticitatea neideală a bilelor :

$$e_c = \frac{e}{\varepsilon_0}.$$

Vom obține funcția de absorbție dacă vom raporta coeficientul e_c pentru o lungime anumită l a eșantionului la coeficientul de ricoșare ε_Δ :

$$\eta(\alpha) = \frac{e_c}{\varepsilon_\Delta} = \frac{m_2}{m_1}\,\frac{\sin\frac{\Delta_2}{2}}{\sin\frac{\Delta}{2}}\cdot\frac{1}{\varepsilon_0}. \qquad (5)$$

După cum se vede, relația de mai sus, ce conține mărimi fizice extrem de simplu de măsurat, caracterizează mărimea absorbției undelor elastice în eșantionul de lungime l.

În tabela 2 sînt prezentate cîteva determinări ale funcției de absorbție $\eta(\alpha)$, care corespund ca ordin de mărime cu valorile coeficientului de atenuare a ultrasunetului, obținute pe principiul rezonanței la o instalație de ultrasunete construită la Întreprinderea de laboratoare geologice și care este încă neetalonată în acest scop [8].

Posibilitatea determinării absorbției undelor elastice în roci cu ajutorul măsurătorilor sclerometrice este foarte promițătoare, dată fiind importanța acestui parametru fizic în proiectarea judicioasă a prospecțiunii seismice.

Tabela 2

Nr. probei (aceeași descriere litologică ca și în tabela 1)	Lungimea probei, cm	Coeficientul de atenuare al U.S.	ε_{mediu}	e corectat. pentru : $m_1 = 14{,}2$ g, $m_2 = 2{,}15$ g, $\varepsilon_0 = 0{,}755$	Funcția de absorbție $\frac{\eta(\alpha)}{l} = \frac{m_2}{m_1\varepsilon_0}\cdot\frac{\sin\frac{\Delta_2}{2}}{\sin\frac{\Delta}{2}}$
1/Sd.1 Fundeni 1 414 m	2,50	—	0,667	0,048	0,0291
2/611	2,75	—	0,531	0,0339	0,0231
3/222	1,90	1/100	0,671	0,0795	0,0621
4/5 M	3,15	—	0,545	0,0280	0,0163
5/47	1,85	—	0,403	0,0297	0,0398
6/13 N	2,75	—	0,563	0,0487	0,0345
7/1 S	2,63	1/200	0,601	0,0596	0,0376
8/2 H	2,5	—	0,342	0,0337	0,0394
9/7 D	2,8	—	0,713	0,0410	0,0205
10/Sd.1 Fundeni 1 351 m	2,8	1/250	0,704	0,0596	0,0301
11/5 H	2,35	—	0,425	0,0206	0,0206
12/11 H	2,0	1/74	0,350	0,0651	0,0930

Trebuie subliniată de asemenea importanța stabilirii unor dependențe empirice între absorbție și proprietățile colectoare ale rocilor poroase.

Gabriela Țițeica [6] a obținut o foarte bună concordanță între porozitate și funcția de absorbție determinată la o instalație sclerometrică cu eșantionul suspendat prin parametrii :

$$\frac{\Delta E}{E} = \frac{E-(E_1+E_2)}{E}$$

$$K = \frac{1}{l} \ln \frac{E_2}{E-E_1},$$

unde :

l este lungimea eșantionului ;
E — energia de impact ;
E_1 și E_2 — energiile de ricoșare a bilelor de masă egală.

Idealizarea ciocnirii și neglijarea oscilației de răspuns a eșantionului suspendat implică, desigur, și în acest caz unele dificultăți în aprecierea cantitativă a coeficientului de absorbție.

Pentru rezolvarea definitivă a metodicii determinării sclerometrice a absorbției sînt necesare lucrări suplimentare justificate de simplitatea metodelor și importanța cunoașterii acestui parametru.

CONCLUZII

Metodele sclerometrice permit determinarea directă a coeficientului de ricoșare ε (caracteristică elastică relativă), a timpului de ciocnire și a coeficientului de absorbție a undelor elastice, precum și determinarea indirectă a vitezei de propagare a undelor elastice, a densității, a altor parametri fizici și a proprietăților colectoare ale rocilor. Simplitatea măsurătorilor și varietatea parametrilor determinabili impun lărgirea preocupărilor în acest domeniu. Metodele sclerometrice pot aduce informații prețioase atît proiectării și interpretării lucrărilor seismometrice și corelării stratigrafice în condițiile unei secțiuni slab diferențiate litologic cît și studierii porozității și a saturației în lichide a eșantioanelor de rocă.

BIBLIOGRAFIE

[1] Stoenescu, A. și Buzdugan, G. *Culegere de probleme de mecanică teoretică*, Ed. tehnică, 1958.

[2] Kalinina, P. V. *Dependența dintre viteza de propagare a undelor elastice și caracteristica elastică relativă.* În : Prikladnaia gheofizika, nr. 19, Gostoptehizdat, 1959.

[3] Polak, L. S., Rapaport, M. B. *Despre legătura dintre proprietățile elastice și electrice ale rocilor sedimentare.* În : Prikladnaia gheofizika, nr. 15, Gostoptehizdat, 1956.

[4] * * * *Spravocinik gheofizika, I, Gostoptehizdat*, 1960.

[5] Love, A. *Teoria matematică a elasticității.*

[6] Țițeica, G. *Rezultate preliminare în studiul ciocnirilor corpurilor solide poroase.* Materialele sesiunii corpului didactic al Politehnicii București, dec. 1960.

[7] Wyllie, M. R., Gregory, A. R., Gardner, L. W. *Elastic wave velocities in heterogeneous and porous media.* Geophysics, **XXI**, nr. 1, 1956, p. 41—70.

[8] Sălișteanu, D., Ghelfan, P., Pascal, H. *Modelarea proceselor fizice din prospecțiunea seismică.* Tema 134/61, Fondul I. L. Geo.

Contribuție la cunoașterea compoziției mineralogice a unor zăcăminte de hidrocarburi fluide din R.P.R.

I. D. PÎRCĂLĂBESCU
Candidat de științe tehnice

În exploatarea zăcămintelor de hidrocarburi fluide, exploatare privită prin sfera cea mai largă a acestei noțiuni, rocii, ca unul dintre componenții principali ai acestor zăcăminte, trebuie să i se acorde o importanță din ce în ce mai mare, în directă concordanță cu rolul pe care ea l-a avut în formarea acestor zăcăminte și îl are în exploatarea lor.

Fizico-chimia zăcămintelor de hidrocarburi fluide va trebui să pătrundă mai adînc în cunoașterea detaliată a rocilor care alcătuiesc aceste zăcăminte, pentru că numai pe această cale putem explica fenomenele care au avut loc în procesul formării zăcămintelor de hidrocarburi fluide și cele ce se dezvoltă în procesul exploatării acestor zăcăminte.

Zăcămîntul de hidrocarburi fluide este un sistem alcătuit dintr-un mediu solid — rocile care formează zăcămîntul — și un mediu fluid, care saturează porii acestor roci.

Fenomenele care au avut loc în formarea zăcămintelor de hidrocarburi fluide și au loc în exploatarea acestui sistem sînt conduse de cele două medii. Numai cunoașterea detaliată a acestor două medii ne va permite descifrarea exactă, cauzală a fenomenelor care se desfășoară în zăcămintele de hidrocarburi fluide și prin urmare conducerea unei exploatări raționale a acestor zăcăminte de materii prime de mare importanță în economia noastră națională.

Tocmai subordonat acestui scop ne-am propus ca primă etapă cunoașterea detaliată a mediului solid care alcătuiește zăcămîntul de hidrocarburi fluide. Ca prim pas ne-am fixat cunoașterea compoziției mineralogice a unor zăcăminte de hidrocarburi fluide din R.P.R.

Au fost luate în studiu un număr de 45 de carote, 28 aparținînd zonelor saturate cu țiței, 10 — zonelor inundate din orizonturile productive și 7 — zonelor sterile. Carotele aparțin etajelor geologice : levantin, dacian, meoțian, sarmațian, helvețian, din următoarele șantiere petroliere : Gura Ocniței, Ochiuri, Aninoasa, Moșoaia, Bogați, Sărata Monteoru, Podeni, Boldești, Bîlteni și Țicleni (tabela 1).

Pentru determinarea compoziției mineralogice a carotelor luate în studiu a fost elaborată o metodă complexă, expusă în lucrarea noastră [10]. Pentru prezenta lucrare ne-am propus ca, utilizînd această metodă complexă, să căutăm să redăm numai compoziția mineralogică a zăcămintelor de hidrocarburi fluide luate în studiu. Deoarece compoziția mineralogică a carotelor extrase din unele zăcăminte este destul de com-

plexă [10], este necesar ca aceste carote să fie separate mai întîi pe fracțiuni de greutate specifică dată, al căror număr a fost determinat în lucrarea [10]. Separarea aceasta pe fracțiuni de greutate specifică dată este foarte interesantă, ea oglindind gradul de participare a diferitelor fracțiuni în componența carotelor analizate (tabela 1, fig. 1). În tabela 1, s-a redat cu

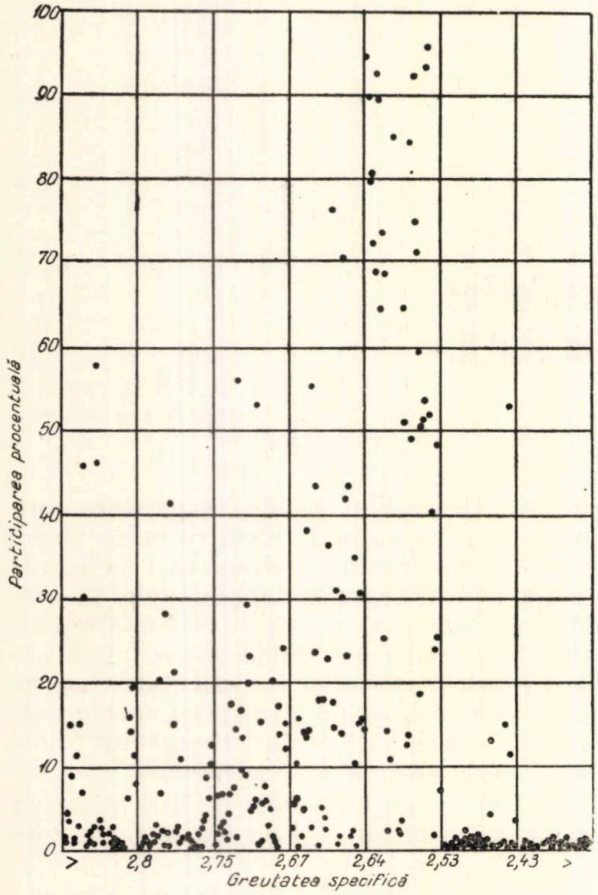


Fig. 1.

exactitate destul de mare, în funcție de greutatea specifică, parametrul $\frac{\text{participarea procentuală}}{\text{pierderea procentuală}}$ a fracțiunilor în componența carotelor analizate. S-a apreciat că este necesar să se analizeze acest parametru, pentru a sublinia și dependența pierderilor față de natura mineralului. Într-adevăr, eliminînd cauzele pierderilor legate de manevrarea probelor la separarea gravitațională [7, 13], rămîn, ca principală cauză, pierderile în hîrtia de filtru Schott bandă albă. În tabela 1 și figura 2 se poate observa că aceste pierderi au valoarea cea mai mare la fracțiunile 2,53—2,64 și 2,64—2,67, iar pentru unele carote și la fracțiunea 2,67—2,75, fracțiuni care au în compoziția lor în preponderență minerale argiloide, așa cum vom arăta în acest articol, or este știut că aceste minerale argiloide au o finețe a particulelor foarte mare [2, 4, 5, 7, 11]. În figurile 1 și 2, parametrii *„participarea procentuală"* și *„pierderea procentuală"* pentru cele 45 de carote analizate sînt trecuți în coloanele respective, în ordinea numerică a carotelor, de la stînga spre dreapta.

Datele separării gravitaționale (tabela 1) oglindite în figura 1 atrag atenția în primul rînd asupra fracțiunii 2,53—2,64, care pentru 2/3 din numărul carotelor analizate participă cu o pondere superioară valorii de 50%, iar pentru 1/3 din carotele analizate această fracțiune depășește valoarea de 70% din greutatea probei

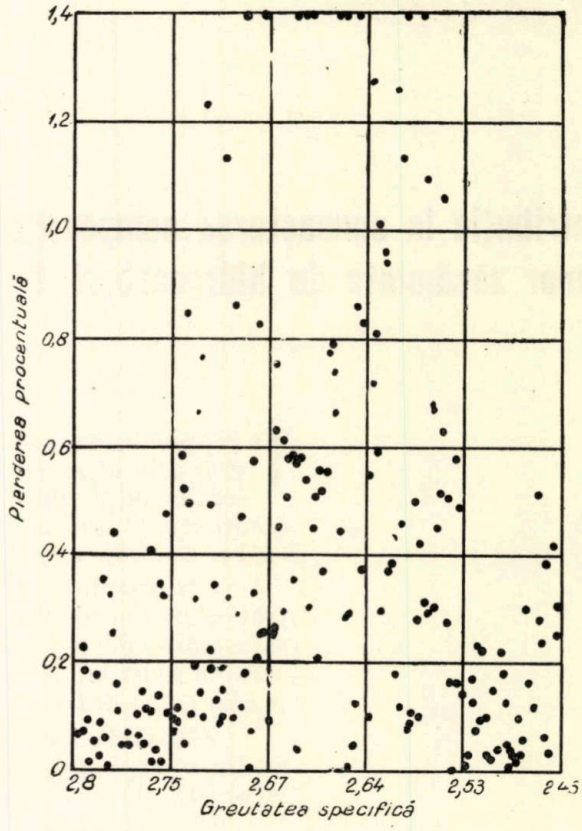


Fig. 2.

analizate. Pe locul doi se situează fracțiunea de greutate specifică 2,64—2,67, urmată de fracțiunea 2,67—2,75, apoi fracțiunea 2,75—2,80 și fracțiunea de greutate specifică superioară valorii 2,80, pentru ca pe ultimele locuri să se situeze fracțiunea 2,43—2,53 și fracțiunea de greutate specifică inferioară valorii 2,43, care are o participare neînsemnată.

Dată fiind această repartiție procentuală a fracțiunilor care alcătuiesc carotele analizate, atenția ne-am concentrat-o în primul rînd asupra acelor fracțiuni care au participarea cea mai substanțială în compoziția mineralogică a acestor carote. În tabela 1 se poate observa că cele mai multe analize termice diferențiale T_m și analize cu raze X X_n au fost efectuate pe probele fracțiunii 2,53—2,64; și celorlalte fracțiuni li s-a acordat atenția cuvenită, căutîndu-se să se determine compoziția lor mineralogică utilizînd atît analiza termică diferențială cît și

analiza cu raze X. Pentru fracțiunile de greutate specifică inferioară valorii 2,53, din cauza cantităților mici s-a utilizat doar cercetarea mineralogică microscopică obișnuită.

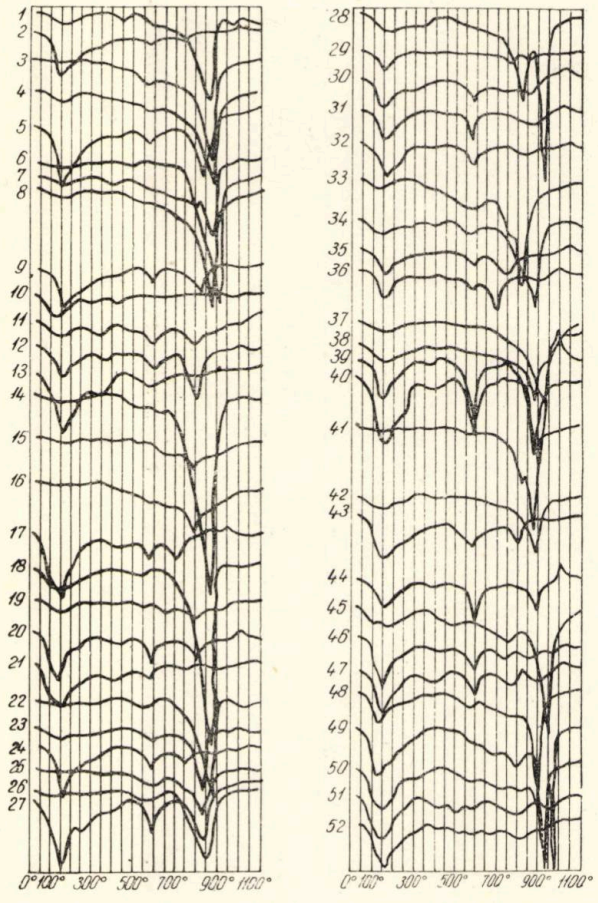


Fig. 3.

Vom prezenta mai întîi compoziția mineralogică a carotelor luate în studiu, pentru ca în final să tragem unele concluzii asupra compoziției mineralogice a seriilor geologice analizate.

Carota 1 aparține levantinului. Fracțiunile $>2{,}75$ cercetate la microscop indică prezența biotitului, muscovitului, granatului și feldspaților bazici. Participarea acestor minerale este de aproximativ 2,5% din greutatea probei. În fracțiunile 2,75—2,64 s-au observat la microscop chabasit-faujasit, aragonit și cuarț. Analiza termică diferențială T_1 indică prezența acestor minerale. Translarea vîrfului reacției endotermice a aragonitului la o temperatură mai scăzută se datorește prezenței chabasit-faujasitului, care are reacții endotermice la 600, 745 și 810°C (a se vedea T_{123} și T_{125}), precum și prezenței cuarțului, care intră în reacție cu aragonitul la temperatură ridicată și prin reacția exotermică a silicatului de calciu format frînează reacția endotermică a aragonitului. Participarea acestor minerale este aproximativ egală, de aceea se poate estima că fiecare dintre ele participă în componența carotei cu circa 1%. Fracțiunile 2,64—2,43 prezintă la microscop o masă de argiloide pe care a.t.d. T_2 le identifică a fi grupele de minerale halloysit-caolinit și montmorillonit-nontronit, ele împărțindu-și participarea cam în mod egal în componența carotei, de unde rezultă halloysit-caolinit circa 47%, montmorillonit-nontronit 47%. Fracțiunea $<2{,}43$ observată la microscop conține gips, opal, limonit, a căror participare este neînsemnată în componența carotei.

Carotele 2 și 3 aparțin dacianului, orizontul drăder, care în zona sondelor menționate este inundat. Separarea gravitațională nu indică deosebiri esențiale în ponderea fracțiunilor. Pentru ușurința interpretării, a corelării și a aprecierii cantitative, pe baza lucrării [8] s-au alcătuit tabela 2, unde sînt trecuți parametrii determinării cu raze X a mineralelor întîlnite în prezenta lucrare, tabela 3, unde sînt trecuți parametrii probelor analizate din etajele geologice levantin, dacian, meoțian și tabela 4, care

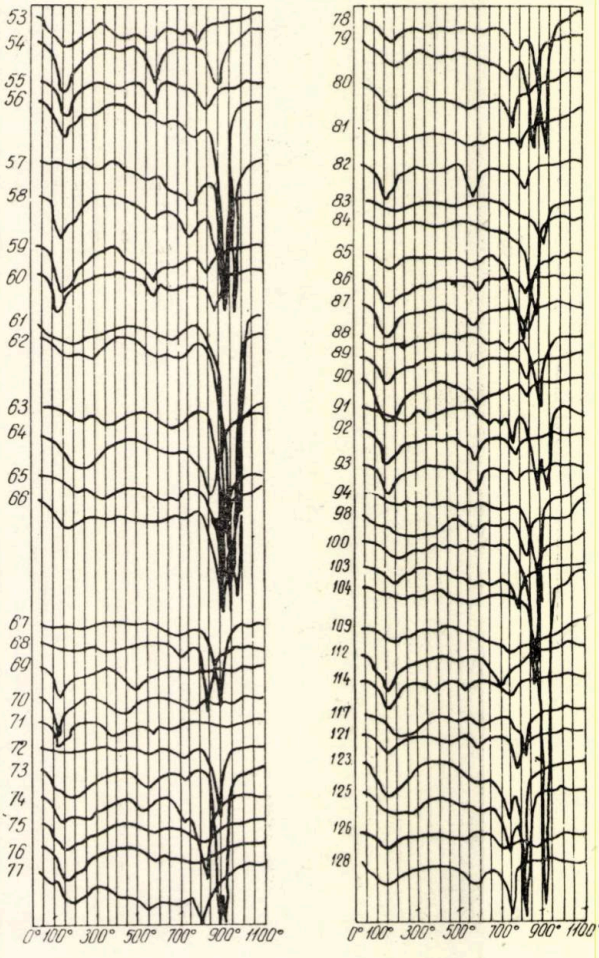


Fig. 4.

cuprinde parametrii pentru probele din etajele geologice sarmațian și helvețian. Fotografiile analizelor cu raze X sînt trecute în figurile 5, 6, 7, 8. Tot cu același scop diagramele analizelor

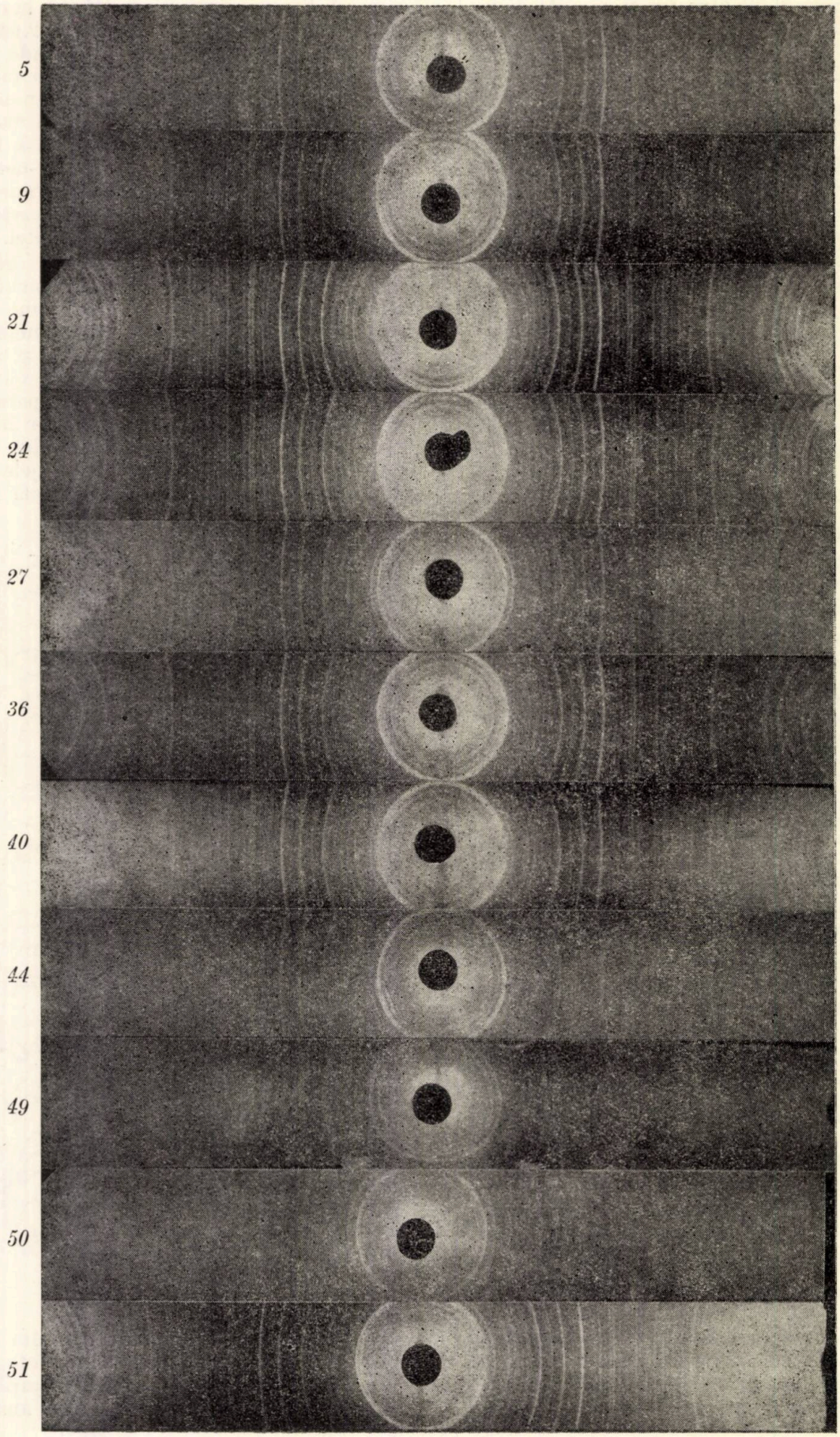


Fig. 5

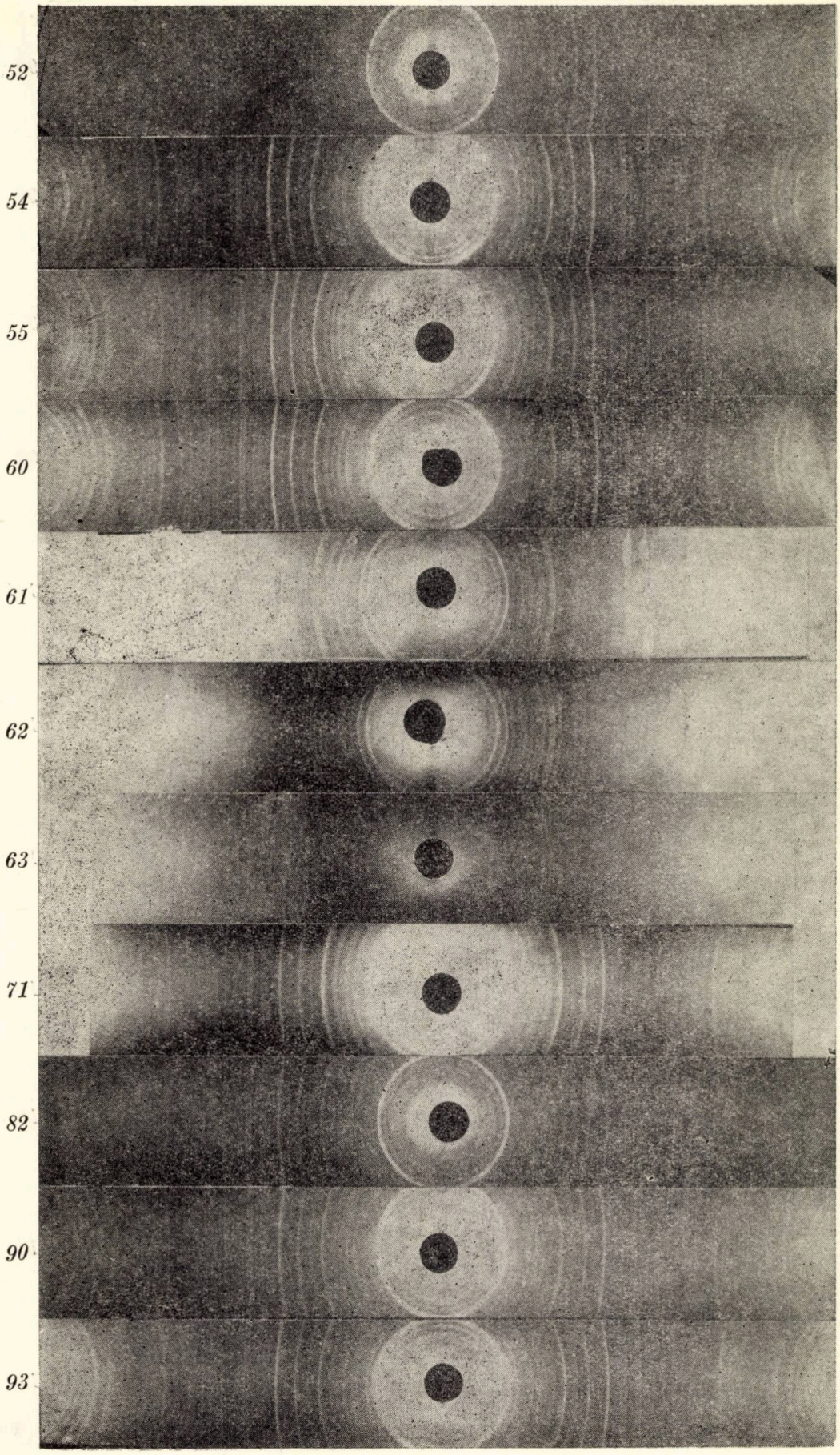


Fig. 6

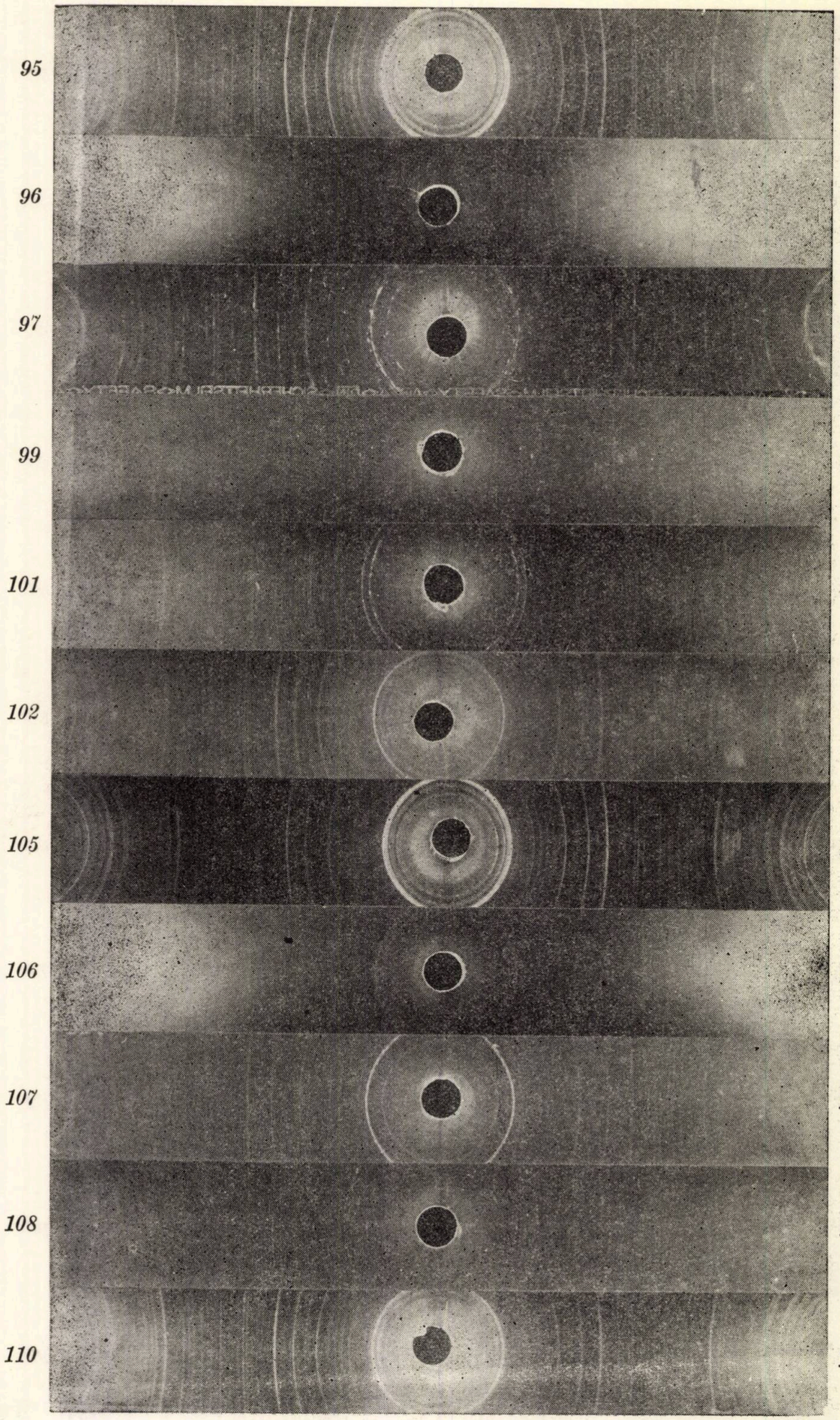

95
96
97
99
101
102
105
106
107
108
110
95
96
97
99
101
102
105
106
107
108
110

Fig. 7

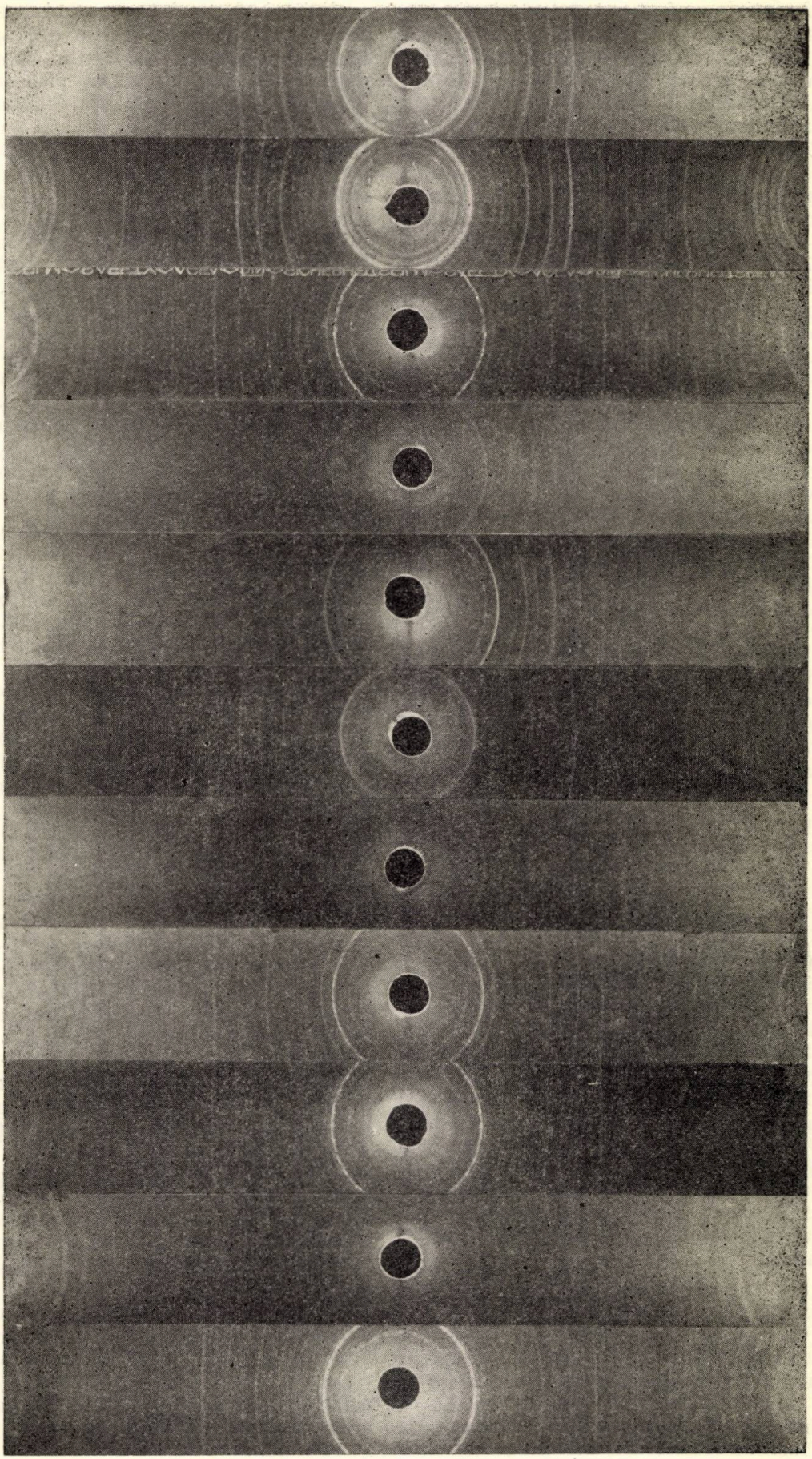

111
111
113
113
115
115
116
116
118
118
119
119
120
120
122
122
124
124
126
126
127
127

Fig. 8

termice diferențiale au fost concentrate în figurile 3 și 4. În carotele menționate predomină fracțiunea 2,53—2,64, care conține, așa cum indică analizele cu raze X nr. 5 și 9, grupele de minerale montmorillonit-morencit-beidellit, halloysit-caolinit-pirofilit, serpentin și cuarț. Se observă prezența sărurilor din apa veterică, în care predominant este NaCl. Diagramele a.t.d. nr. 5 și 9 indică prezența acelorași minerale prin reacțiile endotermice din domeniile 350—450°C beidellit, aprox. 580°C halloysit-caolinit și beidellit, 700—900°C montmorillonit-morencit-beidellit, pirofilit și serpentin și reacția exotermică din domeniul 900—1000°C, dată de mineralele sus-menționate. Fracțiunile 2,64—2,67 conțin, așa cum indică a.t.d. nr. 4 și 8, chabasit-faujasit, aragonit și cuarț, iar fracțiunile 2,67—2,80 și cele mai grele de 2,8 conțin aragonit și chabasit-faujasit, așa cum indică a.t.d. nr. 3, 6, 7. Observarea microscopică a fracțiunilor grele indică prezența micelor, rutilului, zirconului și ilmenitului. Fracțiunea 2,43—2,53, cercetată la microscop, indică prezența unei mase argiloide, iar fracțiunea de greutate specifică inferioară valorii 2,43 conține gips, opal și limonit. Se estimează următoarea compoziție mineralogică pentru carota 2 : minerale grele 0,5%, aragonit 4%, chabasit-faujasit 4%, cuarț 8%, montmorillonit-morencit-beidellit 40%, halloysit-caolinit-pirofilit 30%, serpentin 13%, iar pentru carota 3 : minerale grele 0,5%, aragonit 6%, chabasit-faujasit 8%, cuarț 7%, montmorillonit-morencit-beidellit 38%, halloysit-caolinit-pirofilit 27%, serpentin 13%.

Carota 4 este extrasă dintr-un strat neproductiv al complexului meoțian I. Analizele termice diferențiale și observarea microscopică a probelor indică pentru fracțiunile mai grele de 2,75 prezența biotitului și muscovitului, atît alterate cît și nealterate, a granatului, feldspaților, cloritului și pirofilitului — a.t.d. nr. 10 — a căror participare se estimează la circa 4% ; pentru fracțiunile 2,75—2,43 sînt prezente mineralele halloysit, caolinit, pirofilit, montmorillonit, morencit, beidellit, serpentin și cuarț. A.t.d. nr. 11, 12, 13 ilustrează diferite grade de participare a grupelor de minerale sus-amintite, de unde se poate estima (a se vedea și tabela 1) pentru grupul montmorillonit-morencit-beidellit aproximativ 50%, pentru grupul de minerale halloysit-caolinit-pirofilit circa 30%, pentru serpentin 10%, pentru cuarț circa 6%. În fracțiunea mai ușoară de 2,43, a cărei participare este neînsemnată, s-au observat la microscop opal, gips și limonit.

Carotele 5 și 6 aparțin meoțianului III de la Gura Ocniței și sînt extrase din aceeași zonă neproductivă. Separarea gravitațională a carotelor și pierderile în hîrtia de filtru sînt aproape aceleași. Analiza cu raze X nr. 21 indică prezența grupei de minerale montmorillonit-morencit-beidellit bine reprezentate ; alături de halloysit-caolinit-pirofilit sînt prezenți serpentinul și cuarțul, precum și sărurile din apa veterică, dintre care predomină NaCl. Analiza termică diferențială nr. 21 indică aceleași minerale. Diagrama a.t.d. nr. 17 este similară diagramei a.t.d. nr. 21, iar a.t.d. nr. 20 scoate clar în evidență aceleași minerale. În fracțiunile de greutate specifică superioară valorii 2,8 sînt prezenți, așa cum arată a.t.d. nr. 14 și 18, aragonitul alături de chabasit-faujasit. Observarea microscopică indică și prezența muscovitului, biotitului alterat, feldspaților și glauconitului. Analizele termice diferențiale nr. 15, 16, 19 indică prezența serpentinului și a pirofilitului. Fracțiunile 2,43—2,53 sînt formate din argiloide, iar fracțiunile mai ușoare de 2,43 conțin gips, opal și limonit. Ca o apreciere medie cantitativă pe cele două carote se dă : minerale grele circa 1%, aragonit 6%, chabasit-faujasit 6%, cuarț 10%, serpentin 13%, halloysit-caolinit-pirofilit 30%, montmorillonit-morencit-beidellit 33%, opal-gips-limonit 0,5%.

Carotele 7 și 8 aparțin meoțianului III din zona inundată de la Gura Ocniței. Separarea gravitațională nu indică nici o diferență între cele două carote. Analizele cu raze X nr. 24 și 27 indică predominarea în probă a grupei de minerale montmorillonit-morencit-beidellit, urmată de halloysit-caolinit-pirofilit, de prezența serpentinului și a cuarțului, care este bine reprezentat prin liniile sale și a sărurilor din apele de zăcămînt, din care NaCl și, subordonat, K_2SO_4. Analizele termice diferențiale nr. 24 și 27 scot în evidență aceeași repartiție procentuală a mineralelor indicată de analiza cu raze X. Fracțiunile de greutate specifică 2,43—2,53 observate la microscop indică prezența unei mase de minerale argiloide. A.t.d. nr. 23 și 26 indică un amestec de chabasit-faujasit, aragonit, pirofilit, serpentin și cuarț pentru fracțiunile 2,64—2,67. Cercetarea microscopică a fracțiunilor 2,64—2,67 ne-a permis să identificăm următoarele fosile : *Ostracode*, *Elphidium* și *Rotalia beccari*. A.t.d. nr. 22 indică un conținut mai ridicat al aragonitului față de a.t.d. nr. 23 și 26, menținîndu-se prezența chabasit-faujasitului. Diagrama a.t.d. nr. 25 indică prezența aragonitului, însă gradul de participare în compoziția probei a alumino-silicaților hidratați grei—chabasit-faujasit—trebuie să fie ridicat, din moment ce vîrful reacției endotermice a aragonitului s-a translat așa de mult și și-a redus amplitudinea. Fracțiunea mai ușoară de 2,43, cu o participare neînsemnată, conține opal, gips și limonit. Pe baza determinărilor sus-menționate se poate estima o compoziție medie procentuală de minerale grele (rutil, granat, ilmenit, muscovit, biotit, glauconit, feldspați) circa 0,5%, săruri din apa veterică 0,5%, aragonit 4%, chabasit-faujasit circa 4%, cuarț 11%, serpentin 14%, halloysit-caolinit-pirofilit circa 30%, montmorillonit-morencit-beidellit circa 36%.

Carota 9 aparține meoțianului productiv de la Ochiuri. Analiza termică diferențială nr. 28 prin vîrful intens al reacției endotermice din domeniul temperaturilor joase și prin vîrful intens al reacției endotermice de la 815°C indică prezența chabasitului și faujasitului alături de aragonit (930°C). A.t.d. nr. 29 indică prezența chabasitului și faujasitului. Diagramele a.t.d. nr. 30, 31, 32 sînt similare și indică prezența grupelor de minerale montmorillonit-morencit-beidellit, halloysit-caolinit-pirofilit și a serpentinului. Cercetarea microscopică a fracțiunii grele indică și prezența muscovitului, biotitului, zirconului, rutilului, glauconitului și a granatului. În reacția endotermică de la 815°C participă și cloritul, iar reacția endotermică a glauconitului de la 600°C se integrează în curba celorlalte minerale. În fracțiunea $< 2,43$ s-a observat opal, gips și limonit, avînd o participare în componența carotei de 0,64%. Mineralele grele se estimează la 1%, clorit 4%, aragonit 4%, chabasit-faujasit 4%, cuarț 13%, serpentin 13%, halloysit-caolinit-pirofilit 30%, montmorillonit-morencit-beidellit 30%.

Carota 10 aparține meoțianului productiv de la Aninoasa. Fracțiunea de greutate specifică mai mare de 2,8 cercetată la microscop conține granat, muscovit, biotit, zircon, rutil, ilmenit, turmalină, glauconit, alături de aragonit, clorit, chabasit-faujasit redați de a.t.d. nr. 33. Fracțiunea 2,75—2,8 observată la microscop indică aragonit (sînt multe fragmente de fosile), glauconit, clorit, chabasit-faujasit. A.t.d. nr. 34 indică o participare mai mare a aragonitului față de ceilalți alumino-silicați din fracțiunile 2,8—2,67. Diagramele a.t.d. nr. 35 și 36 indică prezența grupelor de minerale montmorillonit-morencit - beidellit, halloysit - caolinit - pirofilit, serpentin. Diagramele a.t.d. nr. 35 și 36 indică o participare mai mare a serpentinului în cadrul acestor probe. De altfel, și analiza cu raze X nr. 36 indică o participare bună a serpentinului. Analiza cu raze X nr. 36 indică grupele de minerale menționate de a.t.d. nr. 35 și 36, precum și cuarț, foarte bine reprezentat, iar din sărurile din apa veterică sînt mai bine oglindite NaCl și K_2SO_4. Sărurile din apa veterică și mineralele ușoare se estimează la 0,5%, mineralele grele la 0,5%, aragonit 4%, clorit 2%, chabasit-faujasit 4%, cuarț 11%, serpentin 18%, halloysit-caolinit-pirofilit 30%, montmorillonit-morencit-beidellit 30%.

Carota 11 din meoțianul de la Moșoaia are în compoziția ei, în fracțiunile mai grele de 2,67, așa cum indică a.t.d. nr. 37 și 38, aragonit alături de chabasit-faujasit, iar observarea microscopică a fracțiunii grele indică și prezența muscovitului, biotitului, granatului, cloritului, glauconitului și rutilului. Diagramele a.t.d. nr. 39 și 40 sînt similare, indicînd prezența grupelor de minerale montmorillonit-morencit-beidellit, halloysit-caolinit-pirofilit și serpentin. Analiza cu raze X nr. 40, alături de mineralele indicate și de către a.t.d. nr. 39 și 40, indică prezența cuarțului cu o participare importantă și a sărurilor din apa veterică, dintre care apare clar NaCl. Se estimează următoarea participare a mineralelor : minerale grele 2,5%, aragonit 11%, chabasit-faujasit 13%, clorit 9%, cuarț 11%, montmorillonit-morencit-beidellit 23%, halloysit-caolinit-pirofilit 20%, serpentin 10%, minerale ușoare și sărurile din apa veterică 0,5%.

Carota 12 aparține meoțianului de la Bogați. Diagrama a.t.d. nr. 41 indică aragonit, chabasit-faujasit, clorit, iar observarea microscopică adaugă muscovit, biotit, glauconit, rutil, granat. Diagrama a.t.d. nr. 42 indică aragonit, chabasit-faujasit. Fracțiunea 2,53—2,64 predominantă în carotă are în compoziția ei, așa cum indică a.t.d. nr. 43, montmorillonit-morencit-beidellit, halloysit-caolinit-pirofilit și serpentin. Observarea microscopică a fracțiunii 2,64—2,67 indică, alături de argiloide, predominarea cuarțului, pentru fracțiunea 2,53—2,43 o masă de argiloide, iar pentru fracțiunea $< 2,43$ opal, opal limonitizat și gips. Participarea mineralelor se estimează la minerale grele 1,5%, minerale ușoare 0,5%, aragonit 5%, chabasit-faujasit 6%, clorit 4%, cuarț 10%, montmorillonit-morencit-beidellit 33%, halloysit-caolinit-pirofilit 28%, serpentin 12%.

Carotele 13 și 14 sînt extrase din meoțianul din galeria 1 a minei de la Sărata Monteoru. Separarea gravitațională diferă de la o carotă la alta. Se observă că în carote predomină fracțiunile mai grele. Observarea microscopică a fracțiunilor carotei 13 indică pentru fracțiunea mai grea de 2,8 biotit, muscovit, granat, feldspați, glauconit, aragonit (foarte multe fragmente de fosile), chabasit-faujasit, ultimele trei minerale sînt predominante în probă la fel ca și în fracțiunile 2,8—2,67. Aceasta ne face să presupunem că aragonitul ar fi în proporție de 35%, la fel și chabasit-faujasit, iar restul de minerale grele în proporție de 10%. Pentru fracțiunile 2,67—2,43 se observă la microscop cuarțul și o masă de minerale argiloide, pentru care se estimează cuarț la 3%, argiloide la 17%. Observarea microscopică a fracțiunilor 2,67—2,8 ale carotei 14 indică prezența aragonitului și chabasit-faujasitului, iar în fracțiunea $> 2,8$ alături de ele se observă biotit, muscovit, granat, glauconit, feldspați. Se apreciază minerale grele la 5%, aragonit 17%, chabasit-faujasit 18%. A.t.d. nr. 44 și analiza cu raze X nr. 44 indică montmorillonit-morencit-beidellit estimat la 20%, halloysit-caolinit-pirofilit 20%, cuarț 10%, serpentin 9%. Sărurile NaCl și K_2SO_4 scoase în evidență de analiza cu raze X se apreciază la 1%.

Carotele 15 și 16 aparțin orizontului productiv al meoțianului din galeria 9. În carota 15 predomină fracțiunea 2,67—2,75, care conține, după cum arată a.t.d. nr. 45, aragonit, care

își împarte participarea cu chabasit-faujasitul. Fracțiunea 2,64—2,67 (a.t.d. nr. 46) conține montmorillonit-morencit-beidellit alături de halloysit-caolinit-pirofilit și serpentin. Fracțiunea 2,53—2,64 conține aceleași minerale — a.t.d. nr. 47. În carota 16, fracțiunea > 2,8 conține —a.t.d. nr. 48 — chabasit-faujasit, aragonit și hidrohematit. Observarea microscopică a fracțiunilor > 2,8 adaugă la aceste minerale și muscovit, biotit, glauconit, granat și feldspați. Analiza termică diferențială nr. 49 și cea cu raze X nr. 49 indică participarea mineralelor aragonit, chabasit-faujasit și hidrohematit. A.t.d. nr. 50 și analiza cu raze X nr. 50 indică participarea mineralelor aragonit, chabasit-faujasit, hidrohematit și puțin cuarț. A.t.d. nr. 51 și X 51 indică montmorillonit-morencit-beidellit, halloysit-caolinit-pirofilit, serpentin și cuarț, alături de sărurile din apa veterică NaCl, $MgCO_3$ și K_2SO_4. A.t.d. 52 și X52 arată că din grupa montmorillonitului, beidellitul este mai bine reprezentat și că grupa halloysit-caolinit-pirofilit este mai slab reprezentată. Cuarțul este foarte bine reprezentat, sînt prezenți de asemenea NaCl, $MgCO_3$, K_2SO_4. Estimarea participării procentuale a mineralelor este : minerale grele 5%, aragonit 24%, chabasit-faujasit 24%, cuarț 7%, montmorillonit-morencit-beidellit 20%, halloysit-caolinit-pirofilit 11%, serpentin 8%, sărurile din apa veterică 1%.

Carotele 17, 18 și 19 sînt din orizontul productiv al meoțianului din galeria 10. Separarea gravitațională nu arată diferențe esențiale între grupe în ceea ce privește participarea procentuală. La analizele X54 și X55 se observă că nu există diferențe între ele, ambele debyegrame indică (sub aspectul I și d/n) predominarea morencitului față de beidellit în grupa mineralelor montmorillonitului ; este prezentă și grupa halloysit-caolinit-pirofilit și serpentinul. Cuarțul este bine reprezentat, iar din săruri apare clar NaCl, celelalte mai slab. A.t.d. 53 și 55 scot în evidență serpentinul, iar a.t.d. 54 redă clar grupele montmorillonitului și caolinitului. În fracțiunile grele se observă la microscop aceleași minerale grele întîlnite la celelalte carote, după cum în fracțiunea ușoară se întîlnesc opal, limonit și gips. Se estimează următoarea compoziție mineralogică medie : minerale grele 3%, săruri și minerale ușoare 1%, aragonit 6%, chabasit-faujasit 6%, cuarț 12%, montmorillonit-morencit-beidellit 30%, halloysit-caolinit-pirofilit 28%, serpentin 14%.

Carota 20 din meoțianul productiv al galeriei 30 a fost cercetată integral prin analiza termică diferențială, deoarece repartiția procentuală indică o participare ridicată a fracțiunilor mai grele. Analiza termică diferențială indică pentru T_{56}, T_{57} și T_{58} aragonit, chabasit-faujasit, hidrohematit, iar în T_{58} sînt prezente mineralele din grupele montmorillonitului și caolinitului, în mică cantitate. În ceea ce privește ponderea cu care participă diferitele grupe de minerale, se observă că în T_{56} predomină chabasit-faujasitul, în T_{57} predomină aragonitul urmat de chabasit-faujasit și pe ultimul loc hidrohematitul, iar în T_{58} predomină faujasit-chabasitul, căruia i se asociază subordonat mineralele comune fracțiunii 2,64—2,67, iar aragonitul își reduce simțitor participarea față de T_{57} și T_{56}. A.t.d. 59 indică prezența, într-o repartiție oarecum egală, a montmorillonit-morencit-beidellitului și halloysit-caolinit-pirofilitului. Analiza cu raze X nr. 60 indică prezența montmorillonit-morencit-beidellitului alături de halloysit-caolinit-pirofilit, serpentin ; sînt și unele indicații de faujasit-chabasit. Cuarțul este bine reprezentat, iar dintre sărurile din apa veterică NaCl iese în evidență. A.t.d. 60 vine să sublinieze aceleași minerale. Deși repartiția procentuală a fracțiunilor este diferită față de a celorlalte carote analizate, totuși mineralele componente sînt aceleași. Se observă o trecere gradată, o întrepătrundere și o lărgire a domeniului diferitelor minerale, de exemplu chabasit-faujasitul ; aceasta își găsește explicația în gradul de umiditate a diferitelor minerale argiloide și în variația elementelor chimice în formula chimico-mineralogică. Desigur că s-ar putea ca și separarea gravitațională să nu fi avut un grad înaintat de eficiență, totuși faptul că mineralele frecvente grupelor de greutate specifică dată își păstrează locul exclude o influență mare a ineficienței separării gravitaționale, rămînînd ca această repartiție procentuală a mineralelor să fie influențată în principal de variația greutății specifice a mineralelor, mai ales a chabasit-faujasitului [8]. Încercînd să repartizăm participarea procentuală a mineralelor estimăm : minerale grele 2%, săruri și minerale ușoare 1%, aragonit 27%, chabasit-faujasit 27%, hidrohematit 4%, cuarț 5%, montmorillonit-morencit-beidellit 15%, halloysit-caolinit-pirofilit 15%, serpentin 4%.

Carotele 21 și 22 din orizontul productiv al meoțianului din galeria 82 arată o repartiție a fracțiunilor în genul carotei 20. Debyegramele 61, 62, 63 indică prezența chabasit-faujasitului, aragonitului și hidrohematitului, cu indicația că în fracțiunea grea predomină net chabasitul față de faujasit. Analizele termice diferențiale nr. 61, 62, 63, 65, 66 subliniază prezența și repartiția mineralelor arătate de analiza cu raze X. Se poate aprecia că pentru aceste carote pe primul loc se situează chabasitul și faujasitul, urmați de aragonit și hidrohematit. A.t.d. 64 indică prezența aragonitului care este subordonat chabasit-faujasitului, care își împarte participarea cu mineralele argiloide clasice și cuarțul, ultimele greu de separat din cauza suprapunerii diagramelor. Fracțiunile 2,43—2,64, cercetate la microscop, indică prezența mineralelor argiloide, iar în fracțiunea cea

mai ușoară sînt opalul, gipsul și limonitul. Mineralele grele trebuie să fie într-un procent scăzut din moment ce analizele cu raze X nu le scot în evidență și se estimează la circa 2%. Chabasitul și faujasitul predomină net cu circa 50%, aragonitul cu 30%, hidrohematitul cu 9%, cuarțul cu 3%, mineralele argiloide cu 6%.

Carotele 23, 24, 25, 26 și 27 sînt din orizontul productiv al meoțianului din galeria 201. Separarea gravitațională a acestor carote păstrează repartiția generală observată la majoritatea carotelor analizate, adică predominarea fracțiunilor 2,53—2,67; în afară de aceasta, ilustrează și o oarecare omogenitate a carotelor luate pe o adîncime cuprinsă între 0,45 și 2,2 m de la suprafața galeriei. Fracțiunile de greutate specifică mai mare de 2,8 conțin — a.t.d. 67 și 72 — chabasit-faujasit, aragonit și hidrohematit. După intensitatea reacțiilor, ținînd seamă că aragonitul dă reacții termice puternice, se poate aprecia că grupa de minerale chabasit-faujasit este într-un procent mai ridicat. Observarea microscopică a fracțiunilor din această grupă indică prezența mineralelor grele: muscovit, biotit, rutil, zircon, ilmenit, glauconit, granat, feldspați. Participarea lor, însă, este redusă, nedepășind aproximativ 1%. Fracțiunile de greutate specifică 2,75—2,8 conțin mineralele din grupa anterioară, însă repartiția lor este alta, de exemplu în proba T_{68} se menține repartiția cantitativă a fracțiunii mai grele, pe cînd în probele T_{73} și T_{78} aragonitul este într-un procent mai ridicat față de chabasit-faujasit. Și în probele T_{74} și T_{79} aragonitul se mai menține, fiind însă mult subordonat chabasit-faujasitului; de asemenea, în aceste fracțiuni se menține hidrohematitul apărut în fracțiunea 2,75—2,8. A.t.d. 69, 70, 71, 75, 76, 77, 80, 81, 82 indică prezența grupelor de minerale montmorillonit-morencit-beidellit, halloysit-caolinit-pirofilit, serpentin. Analizele cu raze X nr. 71 și 82 indică mineralele din grupa montmorillonit-nontronit, din care morencitul este bine reprezentat în comparație cu beidellitul, grupa halloysit-caolinit-pirofilit este bine reprezentată, la fel și serpentinul. Cuarțul este foarte bine reprezentat, iar din sărurile din apa veterică, NaCl și K_2SO_4. Observarea microscopică a fracțiunii 2,43—2,53 indică prezența mineralelor argiloide, iar în fracțiunea mai ușoară de 2,43 se găsesc: opal, gips și limonit. Repartiția medie procentuală a mineralelor din aceste carote se estimează la: aragonit 6%, chabasit-faujasit 9%, hidrohematit 3%, cuarț 11%, montmorillonit 30%, halloysit-caolinit-pirofilit 26%, serpentin 13%, sărurile din apa veterică și mineralele ușoare 1%.

Carota 28 aparține complexului meoțian II productiv de la Podeni. Analizele termice diferențiale nr. 83, 84, 85 indică prezența mineralelor chabasit-faujasit, aragonit. Diagramele ilustrează clar creșterea procentului de chabasit-faujasit și reducerea procentului de aragonit, pe măsură ce scade greutatea specifică a fracțiunilor. Analizele termice diferențiale nr. 86 și 87 sînt similare și indică prezența grupelor de minerale montmorillonit-morencit-beidellit, halloysit-caolinit-pirofilit și serpentin. Observarea microscopică a fracțiunii grele mai adaugă prezența biotitului, muscovitului, granatului, rutilului, glauconitului, feldspaților, însă participarea acestor minerale grele este inferioară valorii de 1%. Mineralele ușoare sînt într-un procent neglijabil. Se estimează următoarea participare procentuală: aragonit 6%, chabasit-faujasit 12%, cuarț 10%, montmorillonit-morencit-beidellit 31%, halloysit-caolinit-pirofilit 28%, serpentin 12%.

Carota 29 aparține unui strat neproductiv din meoțianul de la Boldești. Analizele termice diferențiale indică pentru T_{88} prezența aragonitului și a chabasit-faujasitului, pentru T_{89} și T_{90} prezența grupelor de minerale montmorillonit-morencit-beidellit, halloysit-caolinit-pirofilit și serpentin. În fracțiunea 2,8 s-a observat la microscop prezența muscovitului, biotitului, zirconului, rutilului, turmalinei, granatului, glauconitului, feldspaților; în fracțiunea 2,75—2,8, aragonit și chabasit-faujasit, iar în fracțiunea 2,53—2,43, o masă de argiloide. Pe baza acestor determinări se pot aprecia mineralele grele circa 1%, aragonit 3%, chabasit-faujasit 5%, cuarț 11%, montmorillonit-morencit-beidellit 36%, halloysit-caolinit-pirofilit 30%, serpentin 14%.

Carota 30 a fost extrasă din orizontul productiv meoțian de la Boldești. Analiza termică diferențială nr. 91 indică aragonit alături de chabasit-faujasit. A.t.d. nr. 92 și 93 indică grupele de minerale montmorillonit-morencit-beidellit, halloysit-caolinit-pirofilit și serpentin. Carota 30, deși din orizontul productiv, nu diferă de carota 29 a unui strat neproductiv de deasupra stratului din care a fost extrasă. Se estimează pentru carota 30 următoarea compoziție mineralogică: minerale grele 2%, aragonit 4%, chabasit-faujasit 7%, cuarț 12%, montmorillonit-morencit-beidellit 32%, halloysit-caolinit-pirofilit 30%, serpentin 13%. Mineralele ușoare: opal, gips, limonit din fracțiunea $< 2{,}43$ sînt într-un procent sub 0,3%.

Carota 31 este extrasă dintr-un orizont productiv al sarmațianului de la Boldești. Carota este fin grăunțoasă și consolidată. Analiza termică diferențială T_{94} a fracțiunilor mai grele de 2,67 indică prezența chabasit-faujasitului și a aragonitului în proporție de circa 0,5% fiecare. Din cauza cantității mici, fracțiunea nu a mai fost separată pe grupe de greutate specifică mai mare, de aceea observarea microscopică a fracțiunii indică și prezența în cantități mici a granatului, micelor, rutilului și zirconului. Analiza cu raze X a fracțiunii 2,53—2,64 care este dominantă în carotă, indică —X95—

prezența în cantități egale a cuarțului, bavalitului și beidellit-morencit-ablîkit, prezenți sînt și $MgCO_3$ și K_2SO_4*. Observarea microscopică a fracțiunilor 2,43—2,67 și analiza cu raze X ne permit să estimăm : cuarț 27%, bavalit 30%, beidellit-morencit-ablîkit 38%, magnezit 2%, sulfat de potasiu 1%. În fracțiunea 2,53—2,43 este prezent și limonitul alături de gips și opal, a căror participare se apreciază la 1%.

Carota 32 din același orizont productiv ca aspect exterior este mare grăunțoasă și consolidată. Analiza cu raze X a fracțiunii grele —X96— indică prezența flogopitului ca dominant, urmat de aragonit și, cu totul subordonat, sulfatul de potasiu. Observarea microscopică a fracțiunii > 2,8 arată prezența granatului, zirconului, hornblendei, glauconitului, turmalinei, aragonitului cu pirită pe el. Analiza X97 a probei 2,75—2,67 indică prezența chabasit-faujasitului, flogopitului și aragonitului și mai slab a sulfatului de potasiu. Fracțiunea 2,75—2,8, observată la microscop, indică aragonit, mice alterate și zeoliți. S-au identificat în această fracțiune următoarele fosile : *Ostracode*, *Elphidium* și *Globigerine*. Analiza termică diferențială T_{98} indică beidellit și bavalit. În urma determinărilor se estimează minerale grele 0,5%, flogopit-muscovit 2%, aragonit 3%, chabasit-faujasit 4%, cuarț 27%, bavalit 26%, beidellit 33%, magnezit 1,5%, sulfat de potasiu 1%. În fracțiunile ușoare sînt prezenți limonitul, gipsul și opalul, cu o participare de circa 1,5%.

Carota 33 este din profilul sondei de injecție nr. 766 și aparține sarmațianului. Ca prezentare macroscopică este o gresie cu bob fin, bine consolidată. Separarea gravitațională indică predominarea fracțiunii 2,64—2,67, iar analiza cu raze X nr. 101 arată predominarea cuarțului. Fracțiunea mai grea de 2,8, așa cum arată X99, conține granat și flogopit, iar observarea microscopică arată și alte minerale grele, ca feldspați, turmalină, hornblendă, glauconit. Granatul și mineralele grele se estimează la 0,5%. În fracțiunile 2,67—2,8, analiza termică diferențială nr. 100 indică aragonit și chabasit-faujasit, iar observarea microscopică indică și flogopit. Se estimează aragonit în carotă la 1%, flogopit 0,5%, chabasit-faujasit 2%. Fracțiunile 2,43—2,67, așa cum indică X101 și observarea microscopică, conțin în cantitate mare cuarț — circa 65%— și din mineralele argiloide prezente sînt beidellitul, morencitul și ablîkitul, care la un loc au o participare de 25% în componența carotei. Analiza cu raze X indică prezența $MgCO_3$ estimat la circa 5%; acesta, împreună cu mineralele argiloide, formează materialul de cimentare a acestei gresii cu bob fin. În fracțiunea cea mai ușoară sînt prezenți limonitul, gipsul și opalul, estimați la 1%.

Carota 34 este în profilul sondei de injecție nr. 783 și aparține sarmațianului. Carota este fin grăunțoasă. Mineralele grele sînt : granat, feldspați, turmalină, rutil, zircon, participarea lor se estimează la 0,5%. Fracțiunile 2,67—2,8 conțin flogopit, muscovit, prezenți și în fracțiunea mai grea, chabasit-faujasit și aragonit. Se estimează aragonit 2%, chabasit-faujasit 3%, flogopit-muscovit 1%. Fracțiunea 2,67—2,64 conține —X102— cuarț, bavalit, beidellit, în proporții egale, magnezit și sulfat de potasiu, subordonați cu mult. A.t.d. nr. 103 indică predominarea beidellitului. Se estimează : cuarț 1%, bavalit 26%, beidellit-morencit 43%, magnezit 2%, sulfat de potasiu 1%. În fracțiunile ușoare sînt prezenți limonitul, gipsul și opalul, estimați la circa 0,5%.

Carota 35 aparține orizontului sarmațian, în care se face injecția de apă. Ca aspect macroscopic, carota este mare grăunțoasă. Fracțiunile mai grele de 2,75 conțin, așa cum indică cercetarea microscopică, granat, flogopit, muscovit, feldspați, zircon, turmalină, glauconit, participarea lor estimîndu-se la 1%. Fracțiunea 2,67—2,75 conține, așa cum indică a.t.d. nr. 104, în proporții egale, aragonit și chabasit-faujasit, circa 10% fiecare. Fracțiunile 2,43—2,67 conțin, conform analizei X105, următoarele minerale în proporție de : cuarț 21%, bavalit 25%, beidellit-morencit-ablîkit 30%, magnezit 1,5%, sulfat de potasiu 1%. În fracțiunea < 2,43 sînt prezenți limonitul, opalul și gipsul, a căror participare nu depășește 0,5%.

Carota 36 extrasă din zona inundată a sarmațianului, ca aspect exterior este mediu grăunțoasă, cu un oarecare grad de consolidare, avînd un aspect de gresie. Dintre mineralele grele prezente în fracțiunea > 2,8 menționăm : feldspații, granatul, rutilul și hornblenda. În fracțiunea mai grea de 2,75 sînt prezenți mice și mice alterate, granați. Analiza cu raze X — X106 — indică faujasit-chabasit, flogopit-muscovit, aragonit și magnezit, în cantitate mică. Analiza X107 indică predominarea cuarțului; prezent este beidellitul și subordonat lui morencitul. Analiza microscopică a fracțiunii 2,53—2,64 indică argiloide, iar în fracțiunile ușoare sînt limonitul, opalul și gipsul, apreciați la circa 0,5%. Se estimează următoarea compoziție mineralogică : minerale grele 0,5%, flogopit-muscovit 1%, aragonit 1%, faujasit-chabasit 2%, cuarț 54%, beidellit-morencit 40%, magnezit și sulfat de potasiu sub 1%.

Carotele 37 și 38 aparțin complexului productiv sarmațian VIII de la Bîlteni, partea care s-a inundat. În fracțiunile > 2,75 analiza cu raze X —X108— și observarea microscopică pun în evidență muscovit, biotit, flogopit, feldspați, granat, hornblendă. Fracțiunile 2,67—2,75 conțin, așa cum arată X111 și T109, chabasit-faujasit, bavalit, flogopit. Fracțiunile 2,67—2,43 conțin, după cum indică X110 și T112 și

* Sulfatul de potasiu provine din apa de zăcămînt.

Tabela 1

Nr. carotei	Localitatea	Sonda sau galeria	Adîncimea, m	Etajul	Orizontul	Greutatea specifică					
						> 2,80	2,75	2,67	2,64	2,53	2,43 >
1	Gura Ocniţei	511	203	Levantin	N	1,433 / —	0,185 / 0,004	0,680 / 0,094	2,517 T1 / 0,094	94,556 T2 / 0,100	0,229 / 0,010	0,088 / —
2	Gura Ocniţei	621	906	Dacian	I	1,088 / —	0,236 / —	1,937 T3 / 0,070	5,558 T4 / 0,254	89,687 T5 / 0,550 X5	0,415 / 0,030	0,175 / —
3	Gura Ocniţei	645	1 087	Dacian	I	4,549 T6 / —	0,994 / 0,070	6,696 T7 / 0,090	6,144 T8 / 0,262	79,624 T9 / 1,275 X9	0,162 / 0,028	0,108 / —
4	Gura Ocniţei	505	1 936	Meoţian I	N	3,443 T10 / —	0,878 / 0,072	2,771 T11 / 0,116	10,510 T12 / 0,635	80,388 T13 / 0,713	0,214 / 0,129	0,131 / —
5	Gura Ocniţei	660	1 985,5	Meoţian III	N	15,06 T14 / —	1,588 T15 / 0,223	6,759 T16 / 0,589	0,369 / 0,751	72,195 T17 / 0,810	0,433 / 0,170	1,053 / —
6	Gura Ocniţei	660	1 989	Meoţian III	N	9,047 T18 / —	0,973 / 0,183	3,364 T19 / 0,524	15,723 T20 / 0,450	68,752 T21 / 0,598 X21	0,041 / 0,075	0,270 / —
7	Gura Ocniţei	662	2 005	Meoţian III	I	0,950 / —	0,468 / 0,012	2,289 T22 / 0,049	1,686 T23 / 0,295	92,443 T24 / 1,010 X24	0,397 / 0,232	0,169 / —
8	Gura Ocniţei	662	2 008	Meoţian III	I	1,419 T25 / —	0,483 / 0,094	1,352 / 0,847	4,865 T26 / 0,614	89,439 T27 / 0,296 X27	0,235 / 0,098	0,258 / —
9	Ochiuri	107	872,5	Meoţian	P	11,22 T28 / —	1,870 T29 / 0,203	4,450 T30 / 0,493	13,850 T31 / 0,507	64,520 T32 / 0,959	1,060 / 0,228	0,640 / —
10	Aninoasa	594	1 635	Meoţian	P	2,820 T33 / —	0,987 / 0,052	6,770 T34 / 0,104	13,305 T35 / 0,580	73,453 T36 / 0,940 X36	0,761 / 0,100	0,126 / —
11	Moşoaia	700	948 — 952	Meoţian	P	15,100 / —	2,920 T37 / 0,178	17,250 T38 / 0,196	38,290 T39 / 0,583	25,150 T40 / 0,370 X40	0,130 / 0,028	0,150 / —
12	Bogaţi	64	1 320—1 322	Meoţian	P	6,860 T41 / —	1,590 / 0,024	7,500 T42 / 0,314	14,250 / 0,354	68,410 T43 / 0,384	0,170 / 0,024	0,120 / —
13	Sărata Monteoru	1	0,00—0,10	Meoţian	P	45,650 / —	20,250 / 0.090	14,400 / 0,660	2,630 / 0,570	14,070 / 0,430	1,250 / —	—
14	Sărata Monteoru	1	0,70—0,80	Meoţian	P	30,200 / —	6,950 / 1,200	1,370 / 0,150	55,500 T44 / 0,040 X44	2,280 / 0,180	0,400 / —	—
15	Sărata Monteoru	9	0,10—0,20	Meoţian	P	0,550 / —	2,250 / 0,350	56,000 T45 / 0,760	23,600 T46 / 1,960	10,800 T47 / 1,260	1,950 / 0,170	0,350 / —
16	Sărata Monteoru	9	1,85—1,95	Meoţian	P	1,680 T48 / —	28,210 T49 / 0,060 X49	16,600 T50 / 0,100 X50	43,300 T51 / 0,580 X51	8,410 T52 / 0,120 X52	0,310 / 0,040	0,510 / —
17	Sărata Monteoru	10	2,40—2,45	Meoţian	P	0,830 / —	0,480 / 0,010	9,600 / 1,230	0,370 / 1,890	84,830 T53 / 0,460	0,290 / —	—
18	Sărata Monteoru	10	2,60—2,65	Meoţian	P	2,290 / —	2,120 / 0,320	13,400 / 0,190	17,850 / 0,540	59,900 T54 / 1,130 X54	1,460 / 0,220	0,560 / —
19	Sărata Monteoru	10	3,80—3,85	Meoţian	P	0,680 / —	0,420 / 0,250	8,900 / 0,490	4,950 / 0,300	80,000 T55 / 2,250 X55	1,020 / 0,180	0,530 / —
20	Sărata Monteoru	30	1,30—1,35	Meoţian	P	2,720 T56 / —	41,230 T57 / 0,440	29,430 T58 / 0,220	17,790 T59 / 5,010	2,200 T60 / 0,080 X60	0,230 / 0,130	0,600 / —
21	Sărata Monteoru	82	0,45—0,55	Meoţian	P	57,880 T61 / — X61	15,020 T62 / 0,160 X62	19,880 T63 / 0,340 X63	3,850 T64 / 0,450	1,790 / 0,090	0,350 / 0,050	0,140 / —
22	Sărata Monteoru	82	0,80—0,90	Meoţian	P	46,000 T65 / —	21,000 / 0,110	23,150 T66 / 0,130	2,500 / 0,510	3,500 / 0,110	1,550 / 0,070	1,350 / —
23	Sărata Monteoru	201	0,45—0,60	Meoţian	P	3,540 T67 / —	2,160 T68 / 0,050	4,650 T69 / 0,090	22,700 T70 / 0,210	64,500 T71 / 0,500 X71	0,520 / 0,040	1,030 / —
24	Sărata Monteoru	201	0,70—0,80	Meoţian	P	2,650 T72 / —	2,650 T73 / 0,040	5,080 T74 / 0,100	36,500 T75 / 0,560	50,980 T76 / 0,280	0,170 / 0,030	0,950 / —
25	Sărata Monteoru	201	1,25—1,30	Meoţian	P	0,820 / —	0,980 / 0,050	6,100 / 0,150	76,000 T77 / 0,520	12,500 / 0,100	1,080 / 0,020	0,970 / —
26	Sărata Monteoru	201	1,85—1,90	Meoţian	P	1,980 / —	10,920 T78 / 0,070	53,100 T79 / 1,130	17,500 T80 / 0,370	13,600 T81 / 0,420	0,410 / 0,100	0,390 / —
27	Sărata Monteoru	201	2,15—2,20	Meoţian	P	—	—	0,670 / —	14,450 / 1,300	80,430 T82 / 1,790 X82	0,900 / 0,030	0,530 / —
28	Podeni	22	2 307—2 309	Meoţian II	P	1,940 T83 / —	1,440 T84 / 0,040	15,120 T85 / 0,316	31,000 T86 / 0,555	49,010 T87 / 0,313	0,160 / 0,062	0,140 / —
29	Boldeşti	303	2 708—2 710	Meoţian	N	1,390 / —	1,140 / 0,065	5,890 T88 / 0,284	30,150 T89 / 0,664	59,510 T90 / 0,665 X90	0,140 / —	—
30	Boldeşti	303	2 716	Meoţian	P	2,734 / —	1,764 / 0,103	7,675 T91 / 0,862	13,780 T92 / 0,736	70,902 T93 / 0,677 X93	0,312 / 0,166	0,287 / —
31	Boldeşti	863	2 064,95	Sarmaţian	P	—	—	1,059 T94 / —	0,605 / 0,770	92,196 / 1,090 X95	4,280 / —	—
32	Boldeşti	863	2 065,37	Sarmaţian	P	0,879 / — X96	1,448 / 0,001	5,609 / 0,099 X97	1,546 / 0,790	74,889 T98 / 0,292	12,929 / 0,299	1,219 / —
33	Boldeşti	766	2 615—2 618	Sarmaţian	I	0,263 / — X99	0,333 / 0,149	2,931 T100 / 0,470	70,165 / 6,175 X101	18,451 / 0,303	0,254 / 0,124	0,395 / —
34	Boldeşti	783	2 662,43	Sarmaţian	I	0,997 / —	0,533 / 0,050	4,856 / 0,115	41,911 / 0,444 X102	50,607 T103 / 0,450	0,037 / —	—
35	Boldeşti	783	2 679,95	Sarmaţian	I	0,529 / —	0,261 / 0,111	20,256 T104 / 0,179	23,000 / 2,985	51,200 / 0,515 X105	0,268 / 0,516	0,179 / —
36	Boldeşti	733	2 851,65	Sarmaţian	I	0,710 / —	0,260 / 0,110	1,500 / 1,720 X106	40,350 / 0,280 X107	53,600 / 0,630	0,360 / 0,280	0,200 / —
37	Bilteni	56	1 541,55	Sarmaţian VIII	I	0,119 / — X108	0,927 / 0,004	1,982 T109 / 0,002	1,505 / 0,002	93,207 / 1,058 X110	0,647 / 0,240	0,307 / —
38	Bilteni	56	1 541,84	Sarmaţian VIII	I	0,083 / —	0,021 / 0,011	0,234 / 0,075 X111	2,212 / 0,290	95,738 T112 / 0,272	0,022 / 0,062	0,129 / —
39	Ţicleni	452	1 502,5	Sarmaţian	N	6,149 / — X113	3,627 / 0,139	13,800 / 0,325	35,098 T114 / 0,049	40,416 / 0,167 X115	0,168 / 0,033	0,029 / —
40	Ţicleni	222	1 429	Helveţian I	N	0,161 / —	2,674 / 0,031	17,113 / 0,576 X116	10,122 / 0,800	51,939 T117 / 0,505	15,014 / 0,384	0,681 / —
41	Ţicleni	411	1 402,25	Helveţian I	P	15,730 / —	4,229 / 0,012	23,782 / 0,209 X118	0,359 / 0,125	1,697 / 0,002	53,006 / 0,199 X119	0,649 / —
42	Ţicleni	411	1 403,05	Helveţian I	P	14,114 / —	8,749 / 0,342 X120	23,910 / 0,827	14,844 / 0,861	23,705 T121 / 0,584	11,414 / 0,415	0,226 / —
43	Ţicleni	411	1 403,72	Helveţian I	P	19,410 / — X122	6,380 / 0,320	15,020 T123 / 0,252	30,840 / 1,522 X124	25,300 / 0,166	0,790 / —	—
44	Ţicleni	411	1 404,04	Helveţian I	P	11,358 / —	10,363 T125 / 0,108	12,148 / 0,255	15,343 / 0,372	48,140 T126 / 0,489 X126	0,335 / 0,252	0,561 / —
45	Ţicleni	411	1 404,80	Helveţian I	P	7,906 / —	12,798 / 0,474	14,351 / 0,830	50,243 / 1,735 X127	7,141 / 0,143	3,418 T128 / 0,303	0,374 / —

Explicaţie: P — orizont productiv
N — orizont neproductiv
I — orizont inundat

T 21 — analiză termică diferenţială
X 21 — analiză cu raze X

Tabela 2

Nr. crt.	Cuarț 256		NaCl 365		$MgCO_3$ 415		$CaCO_3$ 426		K_2SO_4 457		Chabasit 705		Faujasit 711		Granat 737		Pirofilit 802		Caolinit 805		Halloysit 810		Hidrohematit 811		Serpentin 821		Muscovit 829-a		Glauconit 833		Flogopit 842		Biotit 844		Bavalit 876		Montmorillonit 881-a		Beidellit 884		Morencit 892		Abilkit 895	
	I	d/n	I	d/n	I	d/n	I	d/n	I	d/n	I	d/n	I	d/n	I	d/n	I	d/n	I	d/n	I	d/n	I	d/n	I	d/n	I	d/n	I	d/n	I	d/n	I	d/n	I	d/n	I	d/n	I	d/n	I	d/n	I	d/n
1											6	5,000																							1	5,050			3	(4,95)		
2											4	4,800									4	(4,87)																				
3													7	4,750			6	4,590							4	4,619					3	4,600	7	4,630			10	4,570				
4											8	4,350	8	4,350			5	4,440	4	4,370	10	4,410													8	4,420			8	4,480		
5	5	4,240							5	4,236																					2	4,230										
6																	3	4,170	3	4,150			2	4,170															5	4,140		
7									2	3,849	6	3,900															4	3,880													4	3,900
8							3	(3,76)					9	3,750																												
9	5	(3,68)									6	3,620									6	3,620	6	3,680	10	3,661	6	(3,66)	6	3,649	6	3,690										
10					2	3,530													10	3,556																						
11											4	3,420	2	3,476													6	3,500						10	3,480								
12							9	3,391																																		
13	10	3,340							2	3,344																	10	3,330	6	3,326	10	3,360	10	3,340					5	3,350		
14							7	3,270					8	3,278																												
15			2	3,249							6	3,240															4	3,200			6	3,140					6	3,200	4	3,230		
16			4	(3,10)					10	3,018			4	3,008			10	3,045									6	2,978	5	3,074									4	3,080		
17									10	é 2,909	10	2,930			6	2,912															8	2,909										
18			9	2,814									8	2,860					2	(2,82)	2	2,820					6	2,850						4	2,796					3	2,840	8	2,820
19	2	(2,70)			10	2,737	8	2,696															10	2,690									2	2,730								
20											4	2,620	6	2,602	10	2,605	4	2,560	7	2,559	7	2,570			4	2,625	10	2,568	10	2,580	8	2,615	8	2,630			8	2,550	8	2,650	6	2,570		
21	2	(2,51)			5	2,500	7	2,478	7	2,510	5	2,520					7	2,523	6	2,483			8	2,511	10	2,487	4	2,477			8	2,515	3	2,510			4	2,470	6	2,480			8	2,500
22	5	2,450							7	2,434													4	(2,43)							8	2,425	6	2,440								
23							7	2,368					6	2,371	5	2,376	8	2,403	2	2,379							6	2,376	7	2,388												
24					4	2,316	5	2,328			4	2,310							8	2,330	3	2,330																				
25	5	2,280							7	2,250					4	2,285			4	2,288	2	2,227					2	2,257	4	2,261			2	2,270	2	2,264	3	2,250	2	2,280	4	2,259		
26			3	(2,19)			5	(2,18)											2	2.184			8	2,198			6	(2,19)	3	2,201	10	2,170	4	2,175							5	2,180		
27	5	2,123			9	2,101	5	2,100	10	2,102	4	2,090	3	2,057	5	2,128	5	2,146							8	2,141	8	2,131									3	2,130			4	2,071	4	2,100
28	4	(2,00)								2,008	2	2,020					4	2,077									4	2,049	4	2,001	10	2,006	4	2,002	7	2,002						
29			10	1,990													4	2,048	5	1,993							10	1,988											5	1,995		
30	4	1,975					10	1,971	5	1,955															4	1,965	8	1,967	3	1,971												
31						1,935					2	1,930																					2	1,909								
32							8	1,879	7	1,872	4	1,880			6	1,891	2	1,887									2	1.880							2	1,886					4	1,884		
33																	5	1,828	5	(1,83)	2	(1,84)	8	1,837																		
34	9	1,813					8	1,811			8	1,811													6	1,789							2	1,810								
35							9	1,738			5	1,740	3	1,742											2	1,738											6	1,748				
36							5	1,722	7	1,713					5	1,712													3	1,701			2	1,716							7	1,712		
37	3	(1,69)	1	1,697	10	1,697	2	1,695			2	1,690	3	1,695	5	1,685	4	1,687			4	1,685	10	1,691											6	1,690	6	1,689				
38	5	1,668							5	1,668	4	1,650							8	1,663					2	1,655			8	(1,66)	10	1,670	6	1,672	2	1,658	6	1,655			6	1,659		
39			6	1,625							2	1,610			8	1,607	4	1,618	3	1,617	4	(1,63)					10	1,642	6	1,640												
40							2	1,555	7	1,588	4	1,566	4	1,576	9	1,560			2	1,581							6	1,595	3	1,587					6	1,558					3	1,560		
41	9	1,539																	5	1,537					10	1,530	6	1,551	3	1,534	10	1,531	8	1,541			10	1,527			8	1,520
42	3	(1,51)									4	1,526															6	1,519							2	1,517						
43					3	1,503	2	1,493			2	1,498													8	1,500	10	1,498	10	1,505							8	1,490			8	1,506		
44					5	1,485											9	1,489	10	1,486	10	1,483	8	1,483									2	1,476								
45	4	1,450					2	1,466			2	1,458			4	1,459	3	1,467	3	1,451																			4	1,449		
46									7	1,432	4	1,422															4	(1,42)	3	1,432			2	1,435								
47			4	1,407			3	1,408	5	1,420											1	(1,41)			6	1,411									4	1,391			4	1,391		
48	9	1,372	2	(1,39)					7	1,369	2	1,373					9	1,381	3	1,366	2	(1,36)															3	1,380				
49							4	1,360			2	1,352	3	1,356			9	1,365									10	1,348			10	1,362	4	1,363							2	1,360
50					7	1,336					4	1,336	2	1,335			3	1,347	5	1,337							8	1,335			6	1,324							8	1,320		
51									7	1,309					6	1,305	4	1,311	6	1,304			6	1,311	8	1,304			8	1,300	6	1,307	4	1,304					8	1,301	6	1,300
52	6	1,285	1	1,291							2	1,292	9	1,272	5	1,284	7	1,281	5	1,286					6	1,277	8	1,293			2	1,294	2	1,275			6	1,285				
53	7	1,254	10	1,259	3	1,249	2	1,261	7	1,254			2	1,262			6	1,264	6	1,246			4	1,257			6	1,265	5	1,251	4	1,258	2	1,255					5	1,253	6	1,250
54							5	1,238					2	1,238	5	1,246	7	1,239	6	1,235	7	1,236					8	1,244									4	1,240				
55	5	1,226					3	1,223	5	1,225							5	1,209	4	1,201							4	1,221			6	1,219										
56	8	1,198			5	1,189	4	1,205											4	1.191							2	1,182	3	1,199												
57	8	1,182					3	1,171	7	1,183			2	1,177	2	1,180									4	1,164																
58	7	1,151	10	1,149	1	1,156	2	1,125	7	1,158							5	1,156	3	1,124											6	1,130										
59	1	1,113			3	1,100	3	1,106	7	1,103			2	1,096			4	1,114	2	1,110	1	1,101			2	1,100																
60	8	1,080	2	1,083													4	1,098	3	1,080					2	1,074					4	1,085										
61					8	1,065																			2	1,057					4	1,063										
62	6	1,046			5	1,049			5	1,046																					4	1,047										
63	5	1,042																	2	1,043																						
64	7	1,033	4	(1,03)			4	1,034																																		
65	7	1,013			2	1,012			5	1,019			2	1,018					4	1,021											4	1,018										
66	2	0,999	6	0,995					5	1,001									3	0,994																			4	0,990		
67	7	0,987							7	0,986									3	(0,98)																						
68																																					3	0,975				
69					7	0,967			5	0,968																																
70					7	0,955																																				
71					5	0,944													2	(0,945)																						
72			10	0,938					5	0,934																																
73					6	0,917			5	0,927																																
74					10	0,912																																				
75	6	(0,907)							5	0,901																																

Tabela 3

Nr. crt.	5		9		21		24		27		36		40		44		49		50		51		52		54		55		60		61		62		63		71		82		90		93	
	I	$\frac{d}{n}$	I	$\frac{d}{n}$	I	$\frac{d}{n}$	I	$\frac{d}{n}$	I	$\frac{d}{n}$	I	$\frac{d}{n}$	I	$\frac{d}{n}$	I	$\frac{d}{n}$	I	$\frac{d}{n}$	I	$\frac{d}{n}$	I	$\frac{d}{n}$	I	$\frac{d}{n}$	I	$\frac{d}{n}$	I	$\frac{d}{n}$	I	$\frac{d}{n}$	I	$\frac{d}{n}$	I	$\frac{d}{n}$	I	$\frac{d}{n}$	I	$\frac{d}{n}$	I	$\frac{d}{n}$	I	$\frac{d}{n}$
1	2	4,940	2	4,950	1	5,067	2	4,950	1	5,060	1	5,058									1	5,057	1	5,060															2	4,926			1	5,062
2																	4	4,803	3	4,806									3	4,802	2	4,810	4	4,805	3	4,808						
3					9	4,582			6	4,566	6	4,564	5	4,671			7	4,755	6	4,750	4	4,620	6	4,568					7	4,480							4	4,620			6	4,563	6	4,560
4	5	4,500	5	4,490	8	4,427	7	4,485	8	4,414	8	4,420	4	4,430	5	4,500	8	4,338	7	4,347	6	4,422	8	4,418	5	4,463	5	4,473	8	4,350	4	4,342	6	4,348	5	4,345			7	4,461		
5	5	4,240	5	4,240			5	4,240					5	4,240	5	4,240			5	4,240					5	4,241	5	4,242									5	4,241	5	4,240	5	4,240
6	4	4,143	4	4,142	4	4,148	5	4,140	3	4,148	3	4,150	4	4,140	5	4,140					3	4,151	3	4,150	5	4,140	5	4,144											5	4,140	5	4,140	4	4,140
7																	6	3,901	6	3,900									6	3,900	2	3,910	4	3,907	3	3,909						
8																	9	3,753	6	3,751													2	3,762	2	3,759						
9	8	3,670	8	3,670	9	3,671	9	3,670	9	3,668	8	3,663	8	3,665	8	3,670	6	3,622	6	3,640	8	3,664	9	3,666	8	3,662	8	3,662	6	3,662	4	3,640	6	3,630	6	3,620	8	3,660	8	3,662	8	3,667	8	3,665
10	9	3,558	8	2,557	9	3,552	9	3,557	9	3,555	9	3,557	9	3,556	9	3,556					9	3,558	9	3,556	10	3,557	10	3,557	9	3,556									9	3,556	10	3,556	10	3,557	9	3,556
11																	3	3,422	4	3,421											2	3,433	3	3,430	4	3,420						
12																	9	3,390	9	3,390											9	3,391	9	3,390	9	3,390						
13	10	3,340	10	3,340	10	3,340	10	3,340	10	3,340	10	3,340	10	3,340	10	3,340			10	3,340	10	3,340	10	3,340	10	3,340	10	3,340	10	3,340							10	3,340	10	3,340	10	3,340	10	3,340
14																	8	3,275	6	3,275											7	3,269	7	3,270	7	3,270						
15	4	3,230	4	3,200	6	3,203	4	3,200	6	3,198	5	3,200	4	3,200	4	3,210	4	3,242	5	3,241	5	3,202	6	3,200	6	3,201	4	3,202	6	3,210	6	3,241	5	3,238	6	3,240			6	3,201	4	3,198	5	3,199
16	4	3,080	4	3,080	3	3,068	4	3,080	8	3,021	4	3,082	4	3,080	3	3,090	4	3,005	4	3,007	4	3,080	4	3,080																	3	3,080	3	3,080
17	3																9	2,931	9	2,930									9	2,931	9	2,930	10	2,931	10	2,931						
18	3	2,840	3	2,842	7	2,820	3	2,845	6	2,814	6	2,814	6	2,814	6	2,815	8	2,861	4	2,862	6	2,814	6	2,814	5	2,814	5	2,814	6	2,814									6	2,814	3	2,820	3	2,820
19																	8	2,695	4	2,695											8	2,695	8	2,695	8	2,696						
20	4	2,571	4	2,569	7	2,642	6	2,648	5	2,646	5	2,648	7	2,650	6	2,559	6	2,604	3	2,602	5	2,558	8	2,642	6	2,558	6	2,559	8	2,556	3	2,618	3	26,20	3	2,619	6	2,557	6	2,559	5	2,652	4	2,646
21	7	2,486	7	2,484	8	2,491	7	2,482	8	2,485	8	2,488	7	2,485	7	2,486	7	2,478	7	2,480	8	2,488	8	2,486	7	2,486	6	2,487	5	2,485	7	2,482	7	2,478	7	2,480	8	2,488	7	2,485	7	2,485	7	2,487
22	5	2,450	5	2,450	5	2,450	5	2,450	5	2,450	5	2,450	5	2,450	5	2,450			5	2,450	5	2,450	5	2,450	5	2,450	5	2,450	5	2,450							5	2,450	5	2,450	5	2,450	5	2,450
23	2	2,376	2	2,381	2	2,381	2	2,379	2	2,378	2	2,377	2	2,378			7	2,364	7	2,366	2	2,380	2	2,376	2	2,377			2	2,380	7	2,366	7	2,366	7	2,364	2	2,378	2	2,378	2	2,377		
24	8	2,330	8	2,333	8	2,328	8	2,331	8	2,330	8	2,331	7	2,330	8	2,331	5	2,328	5	2,325	8	2,332	8	2,330	8	2,330	7	2,331	7	2,330	3	2,330	5	2,330	5	2,326	8	2,331	8	2,330	7	2,329	8	2,330
55	5	2,280	5	2,280	5	2,280	5	2,280	5	2,280	5	2,280	5	2,280	5	2,280	3	2,306	5	2,280	5	2,280	5	2,280	5	2,280	5	2,280	5	2,280	2	2,300	4	2,306	4	2,308	5	2,280	5	2,280	5	2,280	5	2,280
26																	5	2,190	5	2,190											4	2,190	5	2,188	5	2,187						
27	8	2,139	8	2,143	8	2,134	8	2,141	8	2,143	8	2,140	8	2,140	8	2,142	5	2,102	4	2,089	8	2,143	7	2,142	8	2,142	8	2,143	7	2,143	5	2,102	5	2,100	5	2,090	8	2,140	8	2,142	8	2,139	8	2,141
28	4	2,070	4	2,072	7	2,006	5	2,010	4	2,011	4	2,005	4	2,070	4	2,002					4	2,006	4	2,010	4	2,074	4	2,074	4	2,091	2	2,020	2	2,021	2	2,022	7	2,004	4	2,073	7	2,006	7	2,008
29	7	1,995	7	1,996	8	1,989	7	1,990	6	1,990	6	1,990	6	1,995	6	1,990					6	1,990	6	1,990	7	1,990	6	1,990	6	1,990							7	1,990	7	1,990	6	1,993	6	1,990
30	4	1,974	4	1,975	4	1,975	4	1,976	4	1,975	4	1,974	4	1,974	4	1,975	10	1,971	7	1,970	4	1,974	4	1,975	4	1,975	4	1,974	4	1,975	10	1,971	10	1,971	9	1,970	4	1,975	4	1,975	4	1,975	4	1,974
31																	2	1,931													2	1,929	2	1,931	2	1,929						
32									4	1,880	4	1,878			4	1,880	8	1,878	6	1,879	4	1,870	4	1,870	4	1,883	4	1,884	4	1,880	8	1,880	8	1,879	8	1,878	4	1,876	4	1,882	4	1,878		
33	4	1,836	5	1,838	4	1,834	5	1,838					4	1,840			5	1,839	5	1,836																								
34	9	1,812	9	1,813	9	1,812	9	1,813	9	1,813	9	1,813	9	1,813	9	1,813	7	1,812	9	1,813	9	1,8'3	9	1,813	9	1,813	9	1,813	9	1,813	8	1,811	8	1,811	8	1,811	9	1,813	9	1,813	9	1,813	9	1,813
35																	7	1,740	6	1,738											9	1,737	8	1,739	7	1,730						
36					7	1,703	7	1,706									4	1,721													4	1,724	4	1,722	3	1,720						
37	6	1,692	7	1,695					6	1,691	6	1,690	6	1,691	4	1,691	7	1,692	3	1,692	5	1,691	6	1,689	5	1,690	5	1,690									6	1,690	5	1,690	6	1,690	6	1,691
38	8	1,663	8	1,664	8	1,662	8	1,663	8	1,663	8	1,662	8	1,664	8	1,664	4	1,652	3	1,670	8	1,663	7	1,662	8	1,663	8	1,663	8	1,663	2	1,652	3	1,650	2	1,648	8	1,664	8	1,663	8	1,663	8	1,663
39	4	1,621	4	1,626	4	1,619	4	1,623	4	1,617	4	1,618	4	1,624	3	1,624					3	1,616	3	1,619	3	1,618	3	1,617	3	1,624							3	1,619	3	1,617	4	1,618		
40	3	1,556	3	1,557	4	1,563	3	1,560	4	1,585	3	1,586	3	1,558			4	1,565	3	1,565	2	1,583	2	1,583	2	1,580			3	1,568	4	1,567	3	1,568	4	1,563	2	1,585	2	1,580	3	1,587		
41	9	1,539	9	1,539	9	1,539	9	1,539	9	1,539	9	1,539	9	1,539	9	1,539			9	1,540	9	1,539	9	1,539	9	1,539	9	1,539	9	1,539							9	1,539	9	1,539	9	1,539	9	1,539
42	3	1,514	3	1,514	2	1,520	3	1,513	2	1,512	2	1,512	3	1,513			4	1,528			2	1,513	2	1,513					3	1,526	3	1,524	4	1,524	4	1,527	2	1,513			2	1,516		
43	8	1,492	8	1,496	6	1,500	8	1,500	8	1,490	7	1,491	7	1,490	4	1,490					6	1,490	8	1,490	4	1,492	6	1,492	6	1,493							7	1,496	4	1,495	7	1,498	7	1,497
44	9	1,484	9	1,486	9	1,483	9	1,486	8	1,486	8	1,487	8	1,485	7	1,485	8	1,481	3	1,483	8	1,486	8	1,484	7	1,486	7	1,486	8	1,486							8	1,485	7	1,486	8	1,486	8	1,484
45	4	1,448	4	1,451	4	1,447	4	1,449	3	1,450	4	1,450	4	1,450	4	1,450				1,451	4	1,450	4	1,450	4	1,459	4	1,450	4	1,450							4	1,450	4	1,450	4	1,450	4	1,450
46																	3	1,420	3	1,423									4	1,422	4	1,423	4	1,420	4	1,421						
47	3	1,406	3	1,407	3	1,410	4	1,410	3	1,411	4	1,412	3	1,412			3	1,407			6	1,406	4	1,409	4	1,411							3	1,406			4	1,410	4	1,410	3	1,409	3	1,407
48	9	1,372	9	1,372	9	1,372	9	1,372	9	1,372	9	1,372	9	1,372	9	1,372			9	1,372	9	1,373	9	1,372	9	1,372	9	1,372	9	1,371							9	1,371	9	1,372	9	1,372	9	1,372
49																	4	1,358													3	1,360	4	1,360	4	1,360						
50	4	1,332	4	1,336	3	1,334	4	1,326	4	1,332	4	1,335	6	1,321	3	1,333	2	1,337	4	1,336	4	1,333		1,336	4	1,335			4	1,336	3	1,334	4	1,333	3	1,335	4	1,336	4	1,335	4	1,332	4	1,336
51	4	1,300	4	1,306	8	1,305	4	1,304	8	1,305	8	1,304	6	1,304	6	1,305	5	1,313			8	1,306	6	1,303	6	1,305	4	1,304	6	1,304							6	1,304	6	1,304	8	1,305	8	1,304
52	6	1,385	6	1,285	7	1,283	6	1,285	6	1,285	6	1,285	6	1,288	6	1,285			5	1,286	6	1,285	6	1,285	6	1,285	6	1,285	6	1,285							6	1,285	6	1,285	6	1,288	6	1,286
53	8	1,258	8	1,258	8	1,248	8	1,258	7	1,253	7	1,256	6	1,253	7	1,254			7	1,256	7	1,254	7	1,255	7	1,253	7	1,254	7	1,253			2	1,261			7	1,257	7	1,254	6	1,257	6	1,255
54	6	1,232	6	1,236	6	1,230	6	1,234	6	1,234	6	1,235	6	1,234	5	1,236	4	1,240	4	1,242	6	1,235	6	1,234	5	1,235	5	1,236	6	1,234	3	1,240	5	1,238	3	1,240	6	1,234	6	1,236	6	1,234	6	1,232
55	5	1,226	5	1,225	5	1,225	5	1,226	5	1,226	5	1,226	5	1,226	5	1,226	3	1,223	4	1,225	5	1,226	5	1,226	5	1,226	4	1,225	4	1,225			3	1,221			3	1,226	3	1,225	4	1,223	3	1,225
56	8	1,198	8	1,198	8	1,198	8	1,198	8	1,198	8	1,198	8	1,198	8	1,198	4	1,206	7	1,199	8	1,198	8	1,198	8	1,198	8	1,198	8	1,198			4	1,207			8	1,198	8	1,198	8	1,198	8	1,198
57	8	1,182	8	1,182	8	1,182	8	1,182	8	1,182	8	1,182	8	1,182	8	1,182	3	1,170	7	1,182	8	1,182	8	1,182	8	1,182	8	1,182	8	1,182	3	1,170	3	1,171	3	1,172	8	1,182	8	1,182	8	1,182	8	1,182
58	7	1,151	7	1,151	7	1,151	7	1,151	7	1,151	7	1,151	7	1,151	7	1,151	2	1,128			7	1,151	7	1,151	7	1,151	7	1,151	7	1,151							7	1,151	7	1,151	7	1,151	7	1,151
59	2	1,110	2	1,107	2	1,110	2	1,112	2	1,111	2	1,109	2	1,110			3	1,107			2	1,112	2	1,108	2	1,110			2	1,109			3	1,108			2	1,111	2	1,110	2	1,110	2	1,110
60	8	1,080	8	1,080	8	1,080	8	1,080	8	1,080	8	1,080	8	1,080	8	1,080			8	1,080	8	1,080	8	1,080	8	1,080	8	1,080	8	1,080							8	1,080	8	1,080	8	1,080	8	1,080
61	6	1,066	6	1,066	6	1,065	6	1,066	6	1,066	6	1,066	6	1,066	4	1,064					4	1,068	4	1,068	4	1,064	4	1,066	6	1,066							6	1,066	4	1,065	6	1,065	6	1,065
62	6	1,046	6	1,046	6	1,046	6	1,046	6	1,046	6	1,046	6	1,046	6	1,046			5	1,048	6	1,046	6	1,046	6	1,046	6	1,046	6	1,046							6	1,046	6	1,046	6	1,046	6	1,046
63	5	1,042	5	1,042	5	1,042	5	1,042	5	1,042	5	1,042	5	1,042	5	1,042			4	1,042	5	1,042	5	1,042	5	1,042	5	1,042	5	1,042							5	1,042	5	1,042	5	1,042	5	1,042
64	7	1,033	7	1,033	7	1,033	7	1,033	7	1,033	7	1,033	7	1,033	7	1,033	4	1,034	5	1,034	7	1,033	7	1,033	7	1,033	7	1,033	7	1,033			4	1,036			7	1,033	7	1,033	7	1,033	7	1,033
65	7	1,013	7	1,013	7	1,013	7	1,013	7	1,013	7	1,013	7	1,013	7	1,013	2	1,020	6	1,013	7	1,013	7	1,013	7	1,013	7	1,013	7	1,013							7	1,013	7	1,013	7	1,013	7	1,013
66	4	0,992	4	0,994	5	0,994	5	0,995	5	0,995	5	0,995	5	0,995	3	0,995			5	0,995	5	0,995	5	0,995	4	0,995	4	0,995	4	0,995							4	0,995	4	0,995	4	0,995	4	0,994
67	7	0,987	7	0,987	7	0,987	7	0,987	7	0,987	7	0,987	7	0,987	7	0,987			6	0,987	6	0,987	7	0,987	7	0,987	7	0,987	7	0,987							7	0,987	7	0,987	7	0,987	7	0,988
68	3	0,975	3	0,975	3	0,975	3	0,975	3	0,975	3	0,975									3	0,975	3	0,975	3	0,975													3	0,975		
69	4	0,970	4	0,970	4	0,970	3	0,968	5	0,970	5	0,967	4	0,967	3	0,969					4	0,967	4	0,967	3	0,967			3	0,967							3	0,967	3	0,967	5	0,967	3	0,967
70	3	0,956	3	0,955	3	0,956	3	0,957	3	0,956	3	0,957	3	0,957	3	0,956					3	0,956	3	0,956	3	0,955			3	0,955							3	0,955	3	0,956	3	0,955	3	0,956
71	2	0,943	2	0,945	2	0,944	2	0,944	2	0,945	2	0,945	2	0,944							2	0,945	2	0,945	2	0,944											2	0,945	2	0,944	2	0,945	2	0,945
72	8	0,937	8	0,938	8	0,938	8	0,937	8	0,938	8	0,938	8	0,938	6	0,938					8	0,938	8	0,938	8	0,938	8	0,938	8	0,938							8	0,938	8	0,938	8	0,938	8	0,937
73	4	0,917	4	0,917	4	0,917	4	0,917	4	0,917	4	0,917	4	0,917	3	0,917					3	0,917	3	0,917	4	0,917	3	0,917	2	0,917							3	0,917	4	0,917	3	0,917	3	0,917
74	8	0,912	7	0,912	8	0,912	8	0,912	8	0,912	7	0,912	7	0,912	5	0,912					6	0,912	6	0,912	7	0,912	6	0,912	5	0,912							7	0,912	7	0,912	7	0,912	7	0,912
75	6	0,907	6	0,907	6	0,907	6	0,907	6	0,907	6	0,907	6	0,907	5	0,907					6	0,907	6	0,907	6	0,907	5	0,907	5	0,907							6	0,907	6	0,907	6	0,907	6	0,907

Tabela 4

Nr. crt.	95		96		97		99		101		102		105		106		107		108		110		111		113		115		116		118		119		120		122		124		126		127	
	I	$\frac{d}{n}$	I	$\frac{d}{n}$	I	$\frac{d}{n}$	I	$\frac{d}{n}$	I	$\frac{d}{n}$	I	$\frac{d}{n}$	I	$\frac{d}{n}$	I	$\frac{d}{n}$	I	$\frac{d}{n}$	I	$\frac{d}{n}$	I	$\frac{d}{n}$	I	$\frac{d}{n}$	I	$\frac{d}{n}$	I	$\frac{d}{n}$	I	$\frac{d}{n}$	I	$\frac{d}{n}$	I	$\frac{d}{n}$	I	$\frac{d}{n}$	I	$\frac{d}{n}$	I	$\frac{d}{n}$	I	$\frac{d}{n}$
1													2	4,946							3	4,950																						
2																													3	4,810												
3	5	4,582									6	4,640	6	4,620							5	4,580										4	4,630					4	4,570			
4					8	4,350					7	4,570	6	4,480							7	4,480	6	4,350			4	4,480	6	4,350									5	4,350		
5	5	4,240							5	4,240	5	4,240	5	4,240			5	4,240			5	4,240					5	4,240	5	4,230			5	4,240			5	4,240	5	4,240		
6													5	4,130							5	4,140					4	4,130														
7	4	3,890			5	3,900			4	3,900	4	3,900	4	3,890					4	3,880	4	3,900	6	3,900					5	3,900									4	3,900		
8					7	3,750																	5	3,750					6	3,750	5	3,750			5	3,750					6	3,750		
9	5	3,680			5	3,620			5	3,680	5	3,680	5	3,680			5	3,680			5	3,680	5	3,690			5	3,680	3	3,620			5	3,680	4	3,690			5	3,680	6	3,620	
10																																											
11	9	3,485									7	3,490	9	3,480					6	3,500	8	3,480	10	3,480	4	3,500	10	3,480	8	3,480			8	3,480					8	3,480	9	3,480		
12					6	3,391									4	3,390																										
13	10	3,340	7	3,360	6	3,370	8	3,360	10	3,340	10	3,340	10	3,340	5	3,360	10	3,340	8	3,330	10	3,340	10	3,360	9	3,340	10	3,340	10	3,340	6	3,360	10	3,340	8	3,360			10	3,340	10	3,340	10	3,360
14					8	3,280									8	3,280							8	3,280			4	3,220	7	3,280	8	3,280			8	3,280	6	3,280			8	3,280	
15	3	3,226	3	3,130	6	3,240	6	3,130	4	3,230	4	3,220	4	3,230	4	3,230			4	3,200	4	3,220	3	3,240	6	3,140	4	3,080			6	3,240	4	3,230	4	3,240	6	3,240	4	3,230	4	3,230	4	3,240
16	4	3,069			3	3,010			10	3,017	4	3,06	4	3,080			6	3,020	6	2,980	4	3,070	5	3,140	4	2,980							4	3,080	4	3,008			3	3,080	3	3,080		
17			6	2,907	7	2,930	7	2,907							9	2,930			6	2,910			6	2,930	4	2,910			6	2,930	4	2,930			8	2,930	7	2,930			6	2,930		
18	2	2,786			7	2,860			5	2,830	2	2,800	3	2,800	8	2,860			5	2,850	4	2,850	6	2,860	4	2,850	3	2,830	8	2,860	8	2,860			8	2,860	8	2,860			8	2,860		
19			8	2,690	5	2,690	5	2,690							4	2,690							4	2,790					4	2,790			3	2,790					3	2,790	3	2,790		
20	6	2,650	8	2,620	6	2,610	10	2,610	7	2,620	7	2,630	6	2,650	4	2,610	5	2,600	10	2,570	4	2,660	6	2,660	8	2,630	5	2,650	4	2,620	4	2,620	6	2,650	5	2,610	4	2,620	8	2,650	6	2,650	7	2,610
21	5	2,480	7	2,510	6	2,510	5	2,510	6	2,480	4	2,490	5	2,480	6	2,510			4	2,470	3	2,480	7	2,510	5	2,570	6	2,570	4	2,510	4	2,510	5	2,480	4	2,510	4	2,510	6	2,480	5	2,480	7	2,510	
22			8	2,430	7	2,430	6	2,420	5	2,450	5	2,450	5	2,450	6	2,430	5	2,450	4	2,430	5	2,450	5	2,420	6	2,420	6	2,480	6	2,430	4	2,410	5	2,450	4	2,410	4	2,410	5	2,450	5	2,450	7	2,420	
23					5	2,370	5	2,380	3	2,380					4	2,370			6	2,380			6	2,370	4	2,380			4	2,370	6	2,370			6	2,370	6	2,370			6	2,370		
24	3	2,320			3	2,300							3	2,300															4	2,310	3	2,300			4	2,300					4	2,310		
25	5	2,280					4	2,280	5	2,280	5	2,280	5	2,280			5	2,280	4	2,280	5	2,280					5	2,280	4	2,250			5	2,280					5	2,280	5	2,280		
26			8	2,170	6	2,180	6	2,170					5	2,180	7	2,170	3	2,250	4	2,170	3	2,170	8	2,170	4	2,170	3	2,180	6	2,170	7	2,170			9	2,170	7	2,170					8	2,170	
27	5	2,123					4	2,120	5	2,123							5	2,123	6	2,130	5	2,123			4	2,130	5	2,120	5	2,100			5	2,123	4	2,090			5	2,123	4	2,090		
28	4	2,000	7	2,010	7	2,010	6	2,010			4	2,020	6	2,010	7	2,010			4	2,010	3	2,000	8	2,000	4	2,030			6	2,010	7	2,010	4	2,000	9	2,010	7	2,002	5	2,004	4	2,002	8	2,004	
29	5	1,995							5	1,997			5	1,996			4	1,995	8	1,988	4	1,995			7	1,990	5	1,995	6	1,980			4	1,990					3	1,990	4	1,990		
30			5	1,970	7	1,970			4	1,975	4	1,975			6	1,970	4	1,975	5	1,970	5	1,975			4	1,960	4	1,975					4	1,975					4	1,975	4	1,975		
31									6	1,933																																
32	3	1,882	5	1,880	5	1,880	6	1,887	4	1,880			3	1,880	5	1,880	3	1,880	6	1,890	3	1,880	2	1,880			3	1,880					4	1,880	4	1,880			4	1,880	4	1,880		
33																																										
34	9	1,813	5	1,810	8	1,810			9	1,813	9	1,813	9	1,813	6	1,810	9	1,813			9	1,813	8	1,810	6	1,790	9	1,813	8	1,810	7	1,810	9	1,813	7	1,810	7	1,810	9	1,813	9	1,813	8	1,810	
35			5	1,740	5	1,740					4	1,750	4	1,750	6	1,740					3	1,740	2	1,740	4	1,740			5	1,750			4	1,750					4	1,750	4	1,750		
36	4	1,714					5	1,720	3	1,712			6	1,711			4	1,711	4	1,710	4	1,710					4	1,710					4	1,711					4	1,710	4	1,711		
37	4	1,686									6	1,690	5	1,686							6	1,690					5	1,683					6	1,688	3	1,690			4	1,690	6	1,688		
38	3	1,656	10	1,670	8	1,670	6	1,670	5	1,668	2	1,650	5	1,660	6	1,670	5	1,668	7	1,670	5	1,668	8	1,670	6	1,670	6	1,660	8	1,670	6	1,670	5	1,668	9	1,670	6	1,670	5	1,668	5	1,668	8	1,670
39							8	1,600											7	1,620			4	1,650	7	1,640																		
40	4	1,560	6	1,580	4	1,570	9	1,560			4	1,560	4	1,560	4	1,570			8	1,560	3	1,560	3	1,560	4	1,590			3	1,560			4	1,560	6	1,560			4	1,560	4	1,560		
41	9	1,539	9	1,530	9	1,530	5	1,530	9	1,539	9	1,539	9	1,538	6	1,530	9	1,539	7	1,540	9	1,549	8	1,530	4	1,550	9	1,539	8	1,539	7	1,530	9	1,539	8	1,530	6	1,530	9	1,539	9	1,539	9	1,530	
42																			4	1,520			4	1,510	7	1,530	5	1,530																
43									5	1,509					6	1,497	3	1,507	8	1,498	3	1,507			6	1,500	4	1,503																
44									7	1,490																																		
45	4	1,450			3	1,450	4	1,450			4	1,450	4	1,450			4	1,450	4	1,460	4	1,450			4	1,440	4	1,450			4	1,460	4	1,450	4	1,460	4	1,460	4	1,450	4	1,450	4	1,460	
46	3	1,423			4	1,420							3	1,430	4	1,420									4	1,410			4	1,420														
47	3	1,390							3	1,392											4	1,390											3	1,391	3	1,390			3	1,390	3	1,390		
48	9	1,372							9	1,372	9	1,372	9	1,372			9	1,372			9	1,372											9	1,372					9	1,372	9	1,372		
49			8	1,360	9	1,360	7	1,370							6	1,360			6	1,350			9	1,360	6	1,360			9	1,360	7	1,360			8	1,360	6	1,360					9	1,360	
50	5	1,320	4	1,320	5	1,330	3	1,330	4	1,330	4	1,320	4	1,320	4	1,320			4	1,330	4	1,330	5	1,320	4	1,330	4	1,320	4	1,320	4	1,320	4	1,320	4	1,320			5	1,320	4	1,320	5	1,320	
51			3	1,300	5	1,310	6	1,300			4	1,300	4	1,300	4	1,300					3	1,300	4	1,300	4	1,300	4	1,300	4	1,300	4	1,300	4	1,300			5	1,300	4	1,300	5	1,300	
52	6	1,285					8	1,270	6	1,285	6	1,285	6	1,285	5	1,290	6	1,285	6	1,290	6	1,285			4	1,280	6	1,285					6	1,285					6	1,285	6	1,285		
53	7	1,254	4	1,254			7	1,254	7	1,254	7	1,254	7	1,254	3	1,260	7	1,254	4	1,260	7	1,254	4	1,260	4	1,260	7	1,254	7	1,250			7	1,254	4	1,260			7	1,254	7	1,254	5	1,260	
54							4	1,250							5	1,240	4	1,240	6	1,240					5	1,240			5	1,123														
55	5	1,226	5	1,220	5	1,220			5	1,226	5	1,226	5	1,226	4	1,220	5	1,226	3	1,210	5	1,226	5	1,210	4	1,210	5	1,226	6	1,210	4	1,220	5	1,226	5	1,220			5	1,226	5	1,226	6	1,220	
56	8	1,198							8	1,198	8	1,198	8	1,198			8	1,198			8	1,198					8	1,198					8	1,198					8	1,198	8	1,198		
57	8	1,182							8	1,182	8	1,182	8	1,182			8	1,182			8	1,182					8	1,182	7	1,180			8	1,182					8	1,182	8	1,182		
58	7	1,151	5	1,140	6	1,140	6	1,130	7	1,151	7	1,151	7	1,151	5	1,140	7	1,151	3	1,130	8	1,151	6	1,130	5	1,130	7	1,151	7	1,150	4	1,130	7	1,151	6	1,130			7	1,151	7	1,151	6	1,130	
59			6	1,110	6	1,110							3	1,102													4	1,103	5	1,103														
60	8	1,080	4	1,084	4	1,080	4	1,090	8	1,080	8	1,080	8	1,080	3	1,081	8	1,080	4	1,083	8	1,080	4	1,084	4	1,086	8	1,080	4	1,085	3	1,080	8	1,080	4	1,080			8	1,080	8	1,080	4	1,086	
61	4	1,064	4	1,064	4	1,060	4	1,060	5	1,065			3	1,065	4	1,060			4	1,061	3	1,065	4	1,062	4	1,064	4	1,065	4	1,064	3	1,060	4	1,065	4	1,060			4	1,065	4	1,065	4	1,061	
62	6	1,046	4	1,050	4	1,050	4	1,040	6	1,046	6	1,046	6	1,046	3	1,040	6	1,046	4	1,045	6	1,046	4	1,048	4	1,045	6	1,046	4	1,046	3	1,040	6	1,046	4	1,040			6	1,046	6	1,046	4	1,047	
63	5	1,042							5	1,042	5	1,042	5	1,042			5	1,042			5	1,042					5	1,042					5	1,042					5	1,042	5	1,042		
64	7	1,033							7	1,033	7	1,033	7	1,033			7	1,033			7	1,033					7	1,033					7	1,033					7	1,033	7	1,033		
65	7	1,013	4	1,017	3	1,018	4	1,019	7	1,013	7	1,013	7	1,013			7	1,013	4	1,018	7	1,013	4	1,018	4	1,018	7	1,013	4	1,018	4	1,018	7	1,013	4	1,018			7	1,013	7	1,013	4	1,018	
66	4	0,991							2	0,999	2	0,991	2	0,991																														
67	7	0,987	6	0,986	5	0,987			7	0,987	7	0,987	7	0,987			7	0,987			7	0,987					7	0,987	5	0,986			7	0,987					7	0,987	7	0,987		
68																																											
69	4	0,967	4	0,967	4	0,968			5	0,967	6	0,967	5	0,967	5	0,967					4	0,967					4	0,967	4	0,967	4	0,967	6	0,967	6	0,967			6	0,967	6	0,967	4	0,967	
70	4	0,956							4	0,955	5	0,955	4	0,955	5	0,955					4	0,955					4	0,955	4	0,955	4	0,955	6	0,955	5	0,955			6	0,955	6	0,955	4	0,955	
71									5	0,943	4	0,943	4	0,943													3	0,944	3	0,944	3	0,943			4	0,943							3	0,944	
72			5	0,934	5	0,934							3	0,934																														
73	3	0,919	5	0,925	4	0,926			5	0,916	4	0,916	3	0,927	3	0,917					3	0,917					3	0,917	4	0,917			4	0,917	3	0,917			4	0,917	4	0,917	3	0,917	
74	7	0,912							7	0,912	7	0,912	7	0,912	7	0,912					7	0,912					6	0,912	8	0,912			7	0,912	6	0,912			7	0,912	7	0,912	7	0,912	
75	5	0,907	4	0,902	5	0,901			6	0,907	5	0,907	5	0,907			6	0 907			6	0,907					6	0,907					6	0,907							6	0,907		

observarea microscopică, beidellit-morencit-ablîkit, bavalit, cuarț, magnezit. În fracțiunile ușoare sînt prezenți opalul, limonitul și gipsul, apreciați la 0,5%. Se estimează următoarea compoziție cantitativă : minerale grele și mice sub 0,5%, chabasit-faujasit circa 2%, cuarț 27%, bavalit 29%, magnezit 2%, beidellit-morencit-ablîkit circa 39%.

Carota 39 aparține sarmațianului neproductiv de la Țicleni. Analiza X113 pune în evidență muscovit, biotit, flogopit, serpentin, iar observarea microscopică a fracțiunilor 2,67—2,8 arată aceleași minerale, la care se adaugă feldspați alterați și glauconit, iar pe măsură ce scade greutatea specifică a fracțiunilor observăm un grad mai înaintat de alterare la biotit și glauconit. Presupunînd o distribuție oarecum egală între aceste minerale, se estimează muscovit 4%, biotit 5%, flogopit 5%, serpentin 5%, feldspați și glauconit 5%. Analiza termică diferențială T114 pune în evidență beidellitul, iar analiza cu raze X —X115— indică cuarț, beidellit, morencit, ultimul foarte bine reprezentat, precum și bavalit, iar subordonat, magnezit. În fracțiunile ușoare s-a observat opal, limonit, calcedonie, a căror participare se estimează la 1%. În fracțiunea 2,43—2,53 s-a identificat ca fosile *Globigerina triloba* și *Articulina*. Se estimează pentru carotă următoarea compoziție : cuarț 22%, bavalit 23%, morencit-beidellit 28%, magnezit 2%.

Carota 40 este dintr-o zonă neproductivă a helvețianului de la Țicleni. În fracțiunea > 2,8, cercetarea microscopică indică turmalină, hornblendă, granat, muscovit, biotit, feldspați, glauconit, însă participarea acestei fracțiuni în componența carotei este neînsemnată. Fracțiunile 2,8—2,67, așa cum indică analiza cu raze X —X116— și observarea microscopică, conțin chabasit-faujasit, bavalit, flogopit, biotit, magnezit și sulfat de potasiu. A.t.d. nr. 117 și observarea microscopică a fracțiunilor 2,67—2,43 indică prezența cuarțului, beidellitului, bavalitului. În fracțiunea < 2,43 se observă opal, calcedonie și limonit. Se estimează următoarea compoziție mineralogică : chabasit-faujasit 8%, bavalit 29%, beidellit 29%, cuarț 26%, biotit-flogopit-muscovit 5%, calcedonie, opal și limonit sub 1%, magnezit și sulfat de potasiu 2%.

Carotele 41, 42, 43, 44, 45 aparțin complexului helvețian I, productiv în sonda 411 de la Țicleni. O particularitate a separării gravitaționale este participarea procentuală mai mare a fracțiunilor mai grele. Cercetarea fracțiunilor mai grele de 2,8, analiza cu raze X nr. 122 și observarea microscopică indică, dintre mineralele grele, turmalină, hornblendă, zircon, granat, muscovit, biotit, flogopit, feldspați, glauconit. Granatul și flogopitul sînt redate clar de analiza cu raze X, de unde rezultă că aceste minerale sînt într-un procent ridicat în această fracțiune. Cercetarea fracțiunilor 2,8—2,67, analizele cu raze X nr. 118, 120, 127, analizele termice diferențiale nr. 123, 125 și observarea microscopică a acestor fracțiuni indică prezența chabasit-faujasitului, granatului, flogopitului, biotitului, muscovitului și magnezitului. Analizele cu raze X nr. 119, 124, 126, analizele termice diferențiale nr. 121 , 126, 128 și observarea microscopică a fracțiunilor 2,67—2,43 indică prezența cuarțului, beidellitului magnezian, morencitului, bavalitului ; analizele cu raze X scot în evidență și prezența magnezitului. Observarea microscopică a fracțiunilor ușoare indică prezența gipsului, opalului, calcedoniei și limonitului. Pe baza determinărilor sus-menționate se estimează pentru carotele sondei 411 următoarea compoziție medie procentuală : minerale grele circa 2%, minerale ușoare circa 1%, granat circa 5%, flogopit-biotit-muscovit 10%, chabasit-faujasit 21%, cuarț 18%, bavalit 13%, beidellit-morencit 25%, magnezit 5%.

Participarea procentuală a mineralelor sau a familiilor de minerale ale celor 45 carote analizate, oglindită în tabela 5, ne permite să tragem unele concluzii importante. În primul rînd, deosebit de important este faptul că compoziția mineralogică a miocenului se deosebește de cea a pliocenului. Silicații cu structură lamelară prezenți în cantitate însemnată în etajele pliocenului—caolinit, halloysit, pirofilit și serpentin—dispar în etajele miocenului. Doar în sarmațianul de la Țicleni (carota 39) s-a mai întîlnit serpentin. Silicații metalelor trivalente cu conținut variabil de apă, caracteristici etajelor analizate ale pliocenului, sînt montmorillonitul, beidellitul și morencitul, cu o participare a lor în ordinea enumerată. În etajele analizate ale miocenului a dispărut montmorillonitul, beidellitul este varietatea cea bogată în magneziu, morencitul se menține și își face apariția un nou mineral al familiei—ablîkitul, care nu a fost întîlnit în etajele pliocenului. Din indicațiile analizelor cu raze X, beidellitul magnezian este foarte bine reprezentat în carotele analizate ale miocenului, în comparație cu celelalte minerale din familie. Cuarțul, prezent în toate etajele analizate, participă în proporție mai mare sau mai mică, în dependență de faptul dacă carota este o gresie (carotele 33, 36), sau o marnă (carota 4), sau dacă este dintr-un orizont permeabil-productiv cu țiței (carotele 31, 32), sau din acvifer (carotele 34, 37), sau din straturile izolatoare marnoase (carota 1). Caracteristic este faptul că probele din miocenul analizat au un conținut mai ridicat de cuarț decît cele din pliocen. Chabasitul și faujasitul sînt prezenți de-a lungul întregii coloane stratigrafice analizate. În pliocen se desprinde cu un bogat conținut în zeoliți, etajul meoțian de la Sărata Monteoru ; în miocen, doar helveținul în zona productivă de la Țicleni are un conținut mai ridicat în zeoliți, iar în sarmațianul de la Țicleni nu s-a identificat zeoliți. Aragonitul prezent

Tabela 5

Nr. carotelor	Localitatea	Seria geologică	Etajul geologic	Orizontul	Participarea procentuală													
					1	2		3	4	5	6		7				8	9
					Minerale grele	+ mice	Clorit	Aragonit	Chabasit faujasit	Cuarţ	Halloysit caolinit pirofilit	Ser-pentin	Montmo-rillonit	Beidellit	Morencit	Ablikit	Minerale uşoare	+ săruri
1	Gura Ocniţei		Levantin	N	2,5		—	1	1	1	47	—	47			↑	0,5	
2	Gura Ocniţei		Dacian	I	0,5		—	4	4	8	30	13	40				0,5	
3	Gura Ocniţei		Dacian	I	0,5		—	6	8	7	27	13	38				0,5	
4	Gura Ocniţei		Meoţian I	N	←		4		→	6	30	10	50				slabă	
5—6	Gura Ocniţei		Meoţian III	N	1,5		—	6	6	10	30	13	33				0,5	
7—8	Gura Ocniţei		Meoţian III	I	0,5		—	4	4	11	30	14	30				0,5	
9	Ochiuri		Meoţian	P	1		4	4	4	13	30	13	30				<1	
10	Aninoasa		Meoţian	P	0,5		2	4	4	11	30	18	30				0,5	
11	Moşoaia		Meoţian	P	2,5		9	11	13	11	20	10	23				0,5	
12	Bogaţi		Meoţian	P	1,5		4	5	6	10	28	12	33				0,5	
13	Sărata Monteoru	Pliocen	Meoţian	P	10		—	35	35	3	←		17			lipseşte	→	
14	Sărata Monteoru		Meoţian	P	5		—	17	18	10	20	9	20				1	
15—16	Sărata Monteoru		Meoţian	P	5		—	24	24	7	11	8	20				1	
17—19	Sărata Monteoru		Meoţian	P	3		—	6	6	12	28	14	30				1	
20	Sărata Monteoru		Meoţian	P	2		4*	27	27	5	15	4	15				1	
21—22	Sărata Monteoru		Meoţian	P	2		9*	30	50	3	←		6				→	
23—27	Sărata Monteoru		Meoţian	P	1		3*	6	9	11	26	13	30				1	
28	Podeni		Meoţian	P	1		—	6	12	10	28	12	31				slabă	
29	Boldeşti		Meoţian	N	1		—	3	5	11	30	14	36				slabă	
30	Boldeşti		Meoţian	P	2		—	4	7	12	30	13	32				slabă	
					Minerale grele	Mice	Bavalit	Aragonit	Chabasit faujasit	Cuarţ	Halloysit caolinit pirofilit	Ser-pentin	Montmo-rillonit	Beidellit magne-zian	Morencit	Ablikit	Minerale uşoare	$MgCO_3$ + K_2SO_4
31	Boldeşti		Sarmaţian	P	slabă	slabă	30	0,5	0,5	27	↑	↑	↑		38		1	2+1
32	Boldeşti		Sarmaţian	P	0,5	2	26	3	4	27					33		1,5	1,5+1
33	Boldeşti		Sarmaţian	I	0,5	0,5	—	1	2	65					25		1	5
34	Boldeşti		Sarmaţian	I	0,5	1	26	2	3	21					43		0,5	2+1
35	Boldeşti		Sarmaţian	I	0,5	0,5	25	10	10	21					30		0,5	1,5+1
36	Boldeşti		Sarmaţian	I	0,5	1	—	1	2	54					40		0,5	1
37—38	Bîlteni	Miocen	Sarmaţian VIII	I	0,5	slabă	29	—	2	27					39		0,5	2
39	Ţicleni		Sarmaţian	N	5	14	23	—	—	22					28		1	2
40	Ţicleni		Helveţian I	N	slabă	5	29	—	8	26					29		<1	1+1
41—45	Ţicleni		Helveţian I	P	2	10	13	5**	21	18					25		1	5+0

* hidrohematit.
** granat.

în coloanele pliocenului, mai ales într-un procent ridicat în meoțianul din mina de petrol de la Sărata Monteoru, își reduce substanțial participarea în sarmațianul din zona Boldești, pentru ca în miocenul din regiunea Bîlteni—Țicleni să dispară. La alumino-silicații cu structură lamelară — muscovit, glauconit, flogopit, biotit, clorit, bavalit — prezenți de-a lungul întregii coloane stratigrafice mioceno-pliocene, se poate face următoarea remarcă : cloritul este prezent doar în meoțianul din zăcămintele de la Ochiuri, Aninoasa, Moșoaia, Bogați, pe cînd în miocen cloritul fero-magnezian — bavalitul — este foarte bine reprezentat.

Din grupa cristalo-chimică a micelor în pliocen sînt prezenți muscovitul și biotitul; în miocen acestora li se alătură flogopitul. Sarmațianul și helveținul de la Țicleni sînt etaje geologice mai bogate în mice. Glauconitul, deși prezent pe întreaga coloană stratigrafică, are o participare cu totul neînsemnată. Mineralele grele sînt prezente de-a lungul întregii coloane stratigrafice mioceno-pliocene în cantități reduse, în comparație cu celelalte minerale menționate anterior. Dintre mineralele grele sînt prezenți : ilmenitul, rutilul, turmalina, zirconul, hornblenda, granatul, acesta din urmă prezent într-un procent mai ridicat în carotele helveținului I productiv în zăcămîntul de la Țicleni. În cadrul acestei grupe un loc aparte îl ocupă feldspații, care sînt considerați ca *minerale-mumă* ale alumino-silicaților formați din alterarea feldspaților în bazinul de sedimentare unde au fost depuși. Feldspații sînt în cantitate cu totul neînsemnată și numai cercetarea microscopică i-a pus în evidență. Din cauza participării lor reduse, greu de scos în evidență, feldspații au fost incluși în grupa mineralelor grele. Un alt mineral întîlnit în cantitate mai însemnată numai în carotele meoțianului de la Sărata Monteoru este hidrohematitul. Mineralele ușoare prezente în carotele miocenului și pliocenului sînt în cantitate foarte mică. În această grupă s-au identificat : gips, calcedonie, opal, limonit. Dintre sărurile prezente în carotele analizate s-a identificat sarea gemă, sulfatul de potasiu și carbonatul de magneziu. În carotele pliocenului predomină sarea gemă față de celelalte săruri, participarea lor însă este cu totul neînsemnată. În carotele miocenului predomină net carbonatul de magneziu și sulfatul de potasiu față de sarea gemă, iar participarea lor procentuală este însemnată. Îndeosebi se remarcă carbonatul de magneziu, care în unele etaje ale miocenului are o pondere însemnată (carotele 33, 41—45).

Din cele prezentate se desprinde clar că miocenul se deosebește de pliocen în ceea ce privește compoziția mineralogică și participarea procentuală a mineralelor care alcătuiesc mediul solid al zăcămintelor de hidrocarburi fluide analizate. Diferențierea în compoziția mineralogică, care atrage după sine diferențieri în proprietățile fizice și chimice ale colectoarelor de hidrocarburi fluide, trebuie pusă la baza studierii acestor proprietăți, precum și a fenomenelor care au avut loc în procesul formării zăcămintelor de hidrocarburi fluide și a fenomenelor care au loc în timpul exploatării acestor zăcăminte.

BIBLIOGRAFIE

[1] Betehtin, A. G. *Curs de mineralogie*, Editura tehnică, 1953.

[2] *Clays and clay minerals.* Proceedings of the second-sixth national conferences on clays and clay minerals, 1953—1957, Pergamon Press, London, 1959.

[3] Földvari, V. *The role of differential thermal analysis in mineralogy and geological prospecting.* Acta Geologica Academiae Scientiarum Hungaricae, T. V. Budapest 1958.

[4] Grim, R. E. *Mineralogia glin.* Izdat. Innostranoi Literaturî, Moskva, 1956.

[5] *Issledovanie i ispolzovanie glin.* Izdat. Lvovskovo Universiteta, 1958.

[6] *Materialî po termiceskomu issledovaniu mineralov. Trudî Inst. Geol. Nauk*, Moskva, 1955.

[7] *Metodiceskoe rukovodstvo po petrografo-mineraloghiceskomu izuceniu glin.* Trudî V.S.E.G.E.I., Moskva, 1957.

[8] Miheev, V. I. *Rentgenometriceskii opredeliteli mineralov.* Gostgeoltehizdat, Moskva, 1957.

[9] Milner, H. B. *Sedimentary petrography*, London, 1940.

[10] Pîrcălăbescu, D. I. *O metodă complexă pentru determinarea compoziției mineralogice a rocilor întîlnite în zăcămintele de hidrocarburi fluide.* Petrol și Gaze, vol. **12**, nr. 11, 1961.

[11] Sveţov, M. S. *Petrografiia osadocinîh porod.* Moskva, 1948.

[12] *Trudî sovesciania po termografii.* Izdat. Akad. Nauk S.S.S.R. Moskva, 1955.

[13] Uceba, M. N. *Prakticeskoe rukovodstvo po razdeleniu mineralov v tiajolih jidkostiah i soliah*, Moskva, 1954.

[14] Gushman, A. J. *Foraminifera. Their classification and economic use.* Harvard University Press, 1948.

Posibilităţi de menţinere sau creştere a producţiei în şantierele vechi din Trustul de extracţie ţiţei-Piteşti

Ing. N. ŢILIVEA

Trustul de extracţie ţiţei-Piteşti exploatează prin cele cinci schele ale sale zăcămintele de ţiţei şi gaze din Depresiunea getică cantonate în pliocen şi miocen, iar în Platforma moezică formaţiuni mezozoice din cretacic.

Straturile productive sînt reprezentate prin nisipuri slab consolidate în seria pliocenă, consolidate în seria miocenă, ambele avînd un caracter slab calcaros, prin calcare fisurate în cretacicul inferior, iar în dogger prin nisipuri silicioase bine cimentate.

În general, curgerea ţiţeiului în zăcămintele menţionate are loc, în principal, datorită expansiunii gazelor ieşite din soluţie, iar în unele cazuri şi ca urmare a avansării apei de sinclinal.

În aceste condiţii, la zăcămintele la care caracteristicile fizico-geologice au permis, s-au aplicat încă de la începutul exploatării procese de injecţie de apă sau gaze pentru menţinerea presiunii şi asigurarea obţinerii unui factor de recuperare cît mai mare. În cazul a două din zăcămintele menţionate, procesele de injecţie au fost aplicate într-o fază mai înaintată a exploatării pentru intensificarea extracţiei şi creşterea recuperării finale a ţiţeiului.

Astfel, a fost posibilă aplicarea pe scară din ce în ce mai mare a măsurilor de creştere a debitului brut al sondelor şi a metodelor de mărire a afluxului în gaura de sondă, fapt ce a dus, de la an la an, la micşorarea declinului de producţie, astfel că, faţă de un declin de 2,1% realizat pe trust în anul 1958, în anul 1962 s-a realizat un declin de 1,4%, iar în 1963 este posibil să se micşoreze la 1,2%.

Rezultate bune şi interesante s-au obţinut prin aplicarea regimului forţat de exploatare prin pompaj de adîncime. Prin introducerea pompelor de tipul T.B. gama 0 şi —40 (cu cele mai groase linere) pompele de 3″ au putut fi introduse pînă la adîncimi de 1 200 m, realizîndu-se debite de 130 m^3/24 h, iar pompele de $2^1/_2$″ pînă la adîncimea de 1 500 m şi debite pînă la 80 m^3/24 h. Aceste debite sînt limitate de curse maxime de 3 m şi număr de turaţii între 12 şi 14 bătăi/min.

La unităţi de tonaj mic, 5 şi 7 t, cu curse mici şi la adîncimi pînă la 800 m, s-au realizat aproape aceleaşi debite prin ridicarea numărului de bătăi pînă la 20—25 curse/min.

O altă metodă aplicată care a dat rezultate foarte bune în Trustul Piteşti a fost mărirea submergenţei, prin coborîrea ţevilor de extrudere sub perforaturi.

Blocul IV Cobia nord:

— exploatează sarmaţianul, din anul 1954;

— presiunea de fund iniţială —172 atm;

— presiunea diferenţială la debite de 50 t — 2 atm;

— presiunea de fierbere — 126 atm;

— raţia de soluţie — 90 m^3/m^3;

— permeabilitatea — 2 000—3 000 milidarcy;

— grosimea stratului — 20 pînă la 100 m.

S-a exploatat în regim de gaze dizolvate pînă în anul 1960, cînd a început injecţia de gaze în capul de gaze secundar. Iniţial a existat o acumulare de gaze primară într-un gaz-cap foarte redus, fără importanţă industrială.

Presiunea de fund a scăzut treptat în timpul exploatării, iar sub presiunea de saturaţie gazele au ieşit din soluţie, segregîndu-se la partea superioară a stratului.

În timpul exploatării, datorită scăderii presiunii şi ieşirii gazelor din soluţie, majoritatea sondelor s-au gazat, ajungînd la raţii de peste 1 000 m^3/m^3, cu scăderi importante de debite de ţiţei.

În aceste condiţii, la toate aceste sonde au fost coborîte ţevile de extracţie din poziţia de erupţie (deasupra perforaturilor) chiar şi pînă sub baza perforaturilor. La majoritatea sondelor raţia de gaze a scăzut aproape de cea de soluţie, iar debitele de ţiţei au revenit la normal. În timp, debitele de ţiţei au rămas ridicate, 1—2 ani, pînă cînd presiunea de fund a scăzut la 50—60 atm.

Exemplu. **Sonda A**: debitul iniţial de ţiţei a crescut de peste 3 ori, iar raţia a scăzut de la 1 500 la 90 m^3/m^3 (diagrama 1).

Sonda B: debitul de ţiţei dinainte de operaţie cu o raţie de 660 m^3/m^3, după operaţie s-a mărit de 3 ori cu o raţie de 90 m^3/m^3.

La sondele mai sus pe structură, operaţia a fost combinată cu *packer la baza perforaturilor*. Rezultatele obţinute au fost foarte bune, chiar în condiţiile unei presiuni de fund de 45—60 atm.

În continuare sînt date cîteva rezultate:

Sonda C: înainte de operaţie producea cu o raţie de 900 m^3/m^3, cu tendinţă de gazare completă. După introducerea packerului cu ţevile de extracţie aproape de baza perforaturilor, debitul a crescut treptat, în cîteva luni, de peste 3 ori, iar raţia de gaze a scăzut la 70 m^3/m^3. Sonda şi-a menţinut caracteristicile timp de peste doi ani, fiind exploatată în erupţie, gazlift şi pompă (diagrama 2).

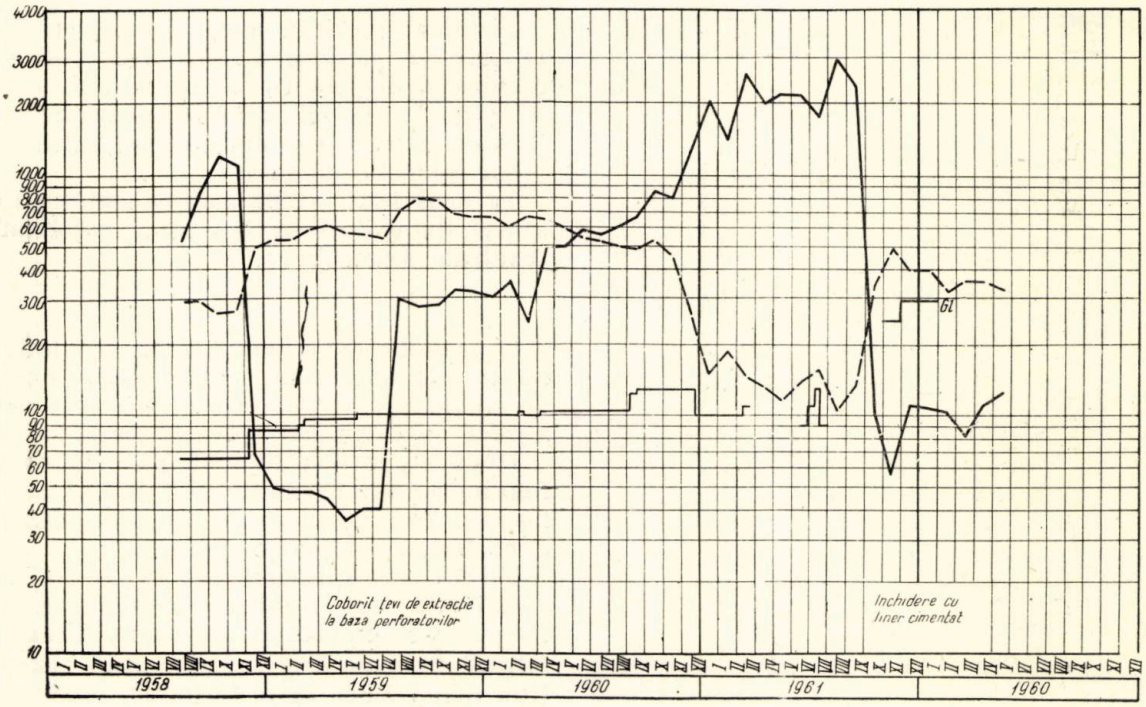


Fig. 1.

Sonda D: debitul iniţial a crescut de aproape cinci ori, iar raţia de gaze-ţiţei s-a micşorat de la 1 900 la 200 m^3/m^3. Cu acest debit sonda a produs timp de un an de la operaţie (diagrama 3).

În ultimul timp, tot în acest bloc, s-a trecut la *închiderea întregului strat prin liner cimentat şi deschiderea bazei stratului.*

Sonda E: operația s-a executat în luna aprilie 1962. Înaintea operației rația era de 1 800 m³/m³ (erupție). După operație, rația de

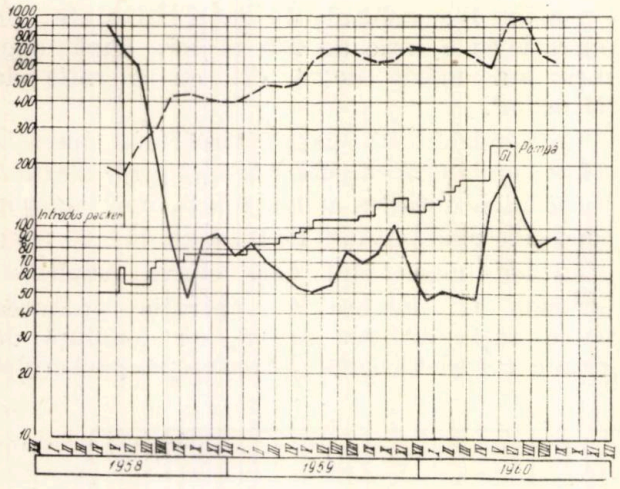


Fig. 2.

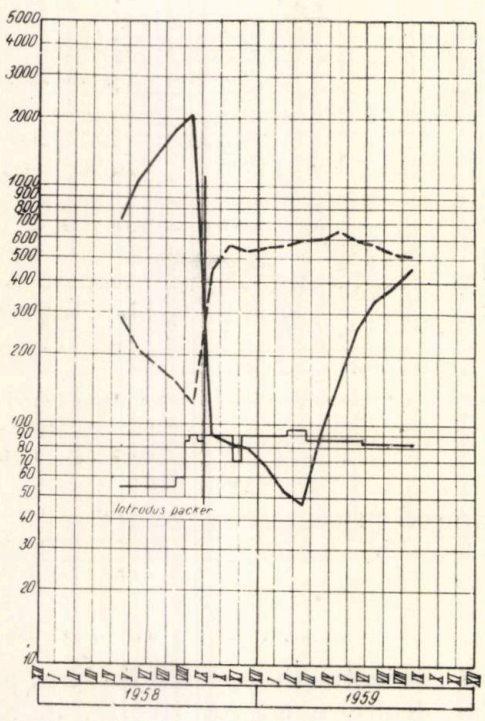


Fig. 3.

gaze a scăzut la 30 m³/m³ (gazlift), debitul de țiței a crescut de peste trei ori.

*

O altă metodă folosită cu multă eficacitate a fost aceea de *a perfora adițional sondele din mers.*

În schela Băbeni se exploatează helvețianul, format dintr-un complex inferior și unul superior. Ambele complexe au circa opt straturi productive individualizate.

Sondele au fost săpate în două gabarite pentru ambele complexe și au exploatat de la început straturile inferioare. În timpul exploatării, sondele au trecut de la erupție în gazlift și pompă datorită exploatării în regim de gaze dizolvate, cu scăderi apreciabile de debit.

Pentru menținerea parțială a nivelului de producție s-a recurs la deschiderea straturilor superioare prin adiționare. Primele operații efectuate cu noroaie grele la puț au dus la blocarea straturilor inferioare și la punerea în producție greoaie a straturilor noi deschise.

Pentru remedierea acestor neajunsuri s-a recurs la perforarea adițională a straturilor superioare prin țevi de extracție de 3 sau de 2 $^{1}/_{2}''$ cu pușcă M 64 sau cu jet de 50 m/m, cu dispozitiv de siguranță la capul de erupție (cutie de etanșare) și cu sonda mergînd în gazlift.

Sistemul prezintă mari avantaje și în ceea ce privește perforarea nisipurilor, care în faza actuală a exploatării au acumulări secundare de gaze. În timpul perforării se urmărește etalonarea la gaze și se oprește perforarea la creșterea debitului de gaze.

În anul 1961 — 1962 s-au executat numai în schela Băbeni 85 de operații, majoritatea cu rezultate foarte bune.

*

O metodă experimentată în ultimul an și aplicată cu succes în ultimul timp este aceea de *consolidare a straturilor cu nisipuri slab consolidate cu cuarț, amestecat cu ciment.*

După ce se face injecția parțială cu cuarț, folosind ca agent transportor țițeiul vîscos (peste 20 cP), se injectează în amestec ciment cu circa 40% nisip cuarțos (în greutate).

Ultima operație efectuată la schela Moșoaia, a dat rezultate foarte bune. Sonda nu putea fi exploatată din cauza viiturilor puternice de nisip. S-a injectat nisip cuarțos cu țițeiul (circa 1 000 kg/m perforat), după care în continuare 50 kg/m nisip cuarț, cu 40% ciment. Sonda produce de două luni fără nici o intervenție.

S-au arătat pe scurt numai cîteva dintre realizările Trustului de extracție-Pitești privind măsurile ce au fost luate pentru reducerea declinului, considerînd că celelalte măsuri sînt cunoscute și nu formează obiectul unui schimb de vederi.

În ceea ce privește reducerea declinului de producție în viitor, în cadrul Trustului Pitești există numeroase posibilități care prezintă aspecte variate.

Una dintre măsurile cele mai eficace pentru reducerea declinului este creșterea în continuare a debitelor brute extrase pînă la limita de curgere a nisipului.

Dacă se analizează un zăcămînt în care se face recuperare secundară prin injecție de apă,

de exemplu Cobia sud (meoțian), se observă că în ultimii patru ani debitul de țiței al acestuia nu numai că nu a scăzut, dar chiar are o ușoară creștere, fără nici o sondă nouă.

Acest lucru a fost posibil datorită creșterii debitului brut. În condițiile realizării unui bilanț material favorabil dintre fluidul extras în condiții de zăcămînt și apa injectată a fost necesară și creșterea injecției.

O creștere substanțială a debitului brut se poate obține în viitor pe acest zăcămînt, cu condiția asigurării creșterii injecției, însă posibilitățile actuale sînt limitate din cauza lipsei prăjinilor de pompare speciale (oțel aliat), unităților de pompare de cursă lungă, pompelor de adîncime cu piston cu diametru mare și linerelor din oțel sau fontă specială care să reziste pînă la presiuni mari, utilajelor și echipamentului care se găsesc în fază experimentală de execuție.

În blocul II Cobia nord care exploatează sarmațianul cu injecție de apă, este posibilă o creștere de debit la sondele de reacție, în condițiile arătate, de la maximum 130 m^3/zi, cît se poate realiza cu echipamentul actual, la 200—300 m^3/zi.

Acest lucru poate fi realizat, mai ales, prin pompe centrifugale de fund, pentru coloane de exploatare de 6 și 5 3/4", rezistente la apă corosivă și procente părți la 2% nisip pentru adîncimea de fixare de 1 500 m.

Realizarea treptată a celor arătate ar duce la reducerea completă a declinului în aceste sectoare cel puțin cinci ani de acum înainte. Astfel, pot fi crescute substanțial debitele în majoritatea sectoarelor din Trustul de extracție-Pitești: meoțianul de la Gîrleni — sub influența injecției de apă, (schela Valea Caselor), — sub influența împingerii naturale de apă meoțianul și helvețianul de la Slătioarele — sub influența împingerii de apă și injecției de gaze, meoțianul de la Săpata și parțial Vața — sub influența împingerii naturale de apă (schela Moșoaia) etc.

O rezervă importantă pentru reducerea declinului o reprezintă deblocarea sondelor blocate în timpul forajului sau în perioada exploatării.

Acest fenomen s-a manifestat în special la unele sonde din schela Moșoaia (meoțian), datorită permeabilității foarte mici a stratului, intercalațiilor marnoase și viscozității mari a țițeiului.

Blocajele din timpul forajului sînt o consecință a noroaielor de calitate necorespunzătoare cu care s-a traversat stratul și mai ales din cauza menținerii unui timp mai îndelungat a contactului dintre strat și noroiul de foraj. Se pare ca aceasta din urmă este principala cauză a colmatării, deoarece sonde săpate cu noroaie speciale au prezentat blocaje în cazul cînd deschiderea stratului s-a făcut cu întîrziere. Un exemplu elocvent îl prezintă sonda F. Această sondă a terminat forajul în anul 1957.

Din cauza unei defecțiuni la măsurarea coloanei de exploatare, noroiul a stat în contact cu stratul trei luni. Sonda nu a putut fi pusă în producție decît după doi ani, perioadă în care, fiind lăsată cu perforaturile libere și puțul gol, s-a deblocat singură, pornind în erupție.

Se pot da multe exemple de deblocări în timp prin crearea timp îndelungat de presiuni diferențiale maximale la talpa sondei.

În același sector s-au observat blocaje totale sau parțiale în timpul exploatării. Cauzele acestor blocaje nu au putut fi explicate decît parțial. Astfel, s-a constatat că injecția de lichide introduse în strat pentru deblocarea pompelor din locaș sau spălarea dopurilor de nisip, în multe cazuri, a dus la scăderea productivității sondei.

De asemenea, curățările îndelungate cu lingura au dus la blocări prin înfundarea perforaturilor cu noroi, marnă și nisip sau prin deteriorarea coloanelor.

Alte cauze se pot datora exploatării forțate, formării de emulsii rebele în spatele coloanei și micșorării permeabilității nisipului pentru apă + țițeiu, spargerii izolației marnoase din capacul și baza stratului, din cauza apelor cu presiuni mai mari etc.

Pentru deblocarea acestor sonde s-a încercat o serie de operații, ca: injecție de solvenți, tratamente acide, tratamente combinate cu dezemulsionanți și soluții acide, consolidări cu cuarț, consolidări cu cuarț + ciment, injecție masivă de gaze etc.

Dintre toate acestea au avut rezultate mai bune tratamentele cu motorină + țițeiu ușor acidulat (2 — 3% HCl), gazolină și consolidările cu ciment și cuarț.

Pentru celelalte soluții nu se pot trage concluzii, deoarece în unele cazuri rezultatele au fost satisfăcătoare, iar în alte cazuri blocajul s-a accentuat.

Fenomene asemănătoare s-au întîmplat și în timpul exploatării meoțianului de la Leordeni (schela Valea Caselor), însă în acest sector cîteva operații de consolidare cu cuarț au avut rezultate.

Trebuie remarcat faptul că de multe ori schelele fac asemenea operații la sonde fără perspectivă, fiind inundate sau avînd coloane sparte, și, bineînțeles, concluziile reușitei operațiilor nu sînt concludente în aceste condiții.

Pentru evitarea blocajelor s-au luat unele măsuri, cum ar fi: măsurarea exactă a lichidului introdus în coloanele sondelor pentru a nu ridica nivelul peste cel static, evitînd astfel pierderi în strat; în cazul podurilor mari de nisip spălarea să se facă numai pînă la cîțiva metri deasupra perforaturilor, împiedicînd pier-

derea în strat, iar restul podului să fie curățat cu burlan cu clapă. În cazul podurilor mai mici, curățările să se facă numai cu burlane-freză cu clapă introduse cu tubingul. Să se recurgă la injecție de lichide în strat numai în cazuri speciale. La stabilirea regimului tehnologic să se țină seamă de urmărirea riguroasă a sedimentului, pentru a preîntîmpina curgerile excesive de nisip și marne.

În afară de cele arătate mai sus, se experimentează în momentul de față tratamentul cu substanțe neionice. Ceea ce se mai încearcă este consolidarea perforaturilor cu filtru din cuarț și ciment (în unele cazuri blocajul se datorește curgerilor de marne și pietrișuri din capacul stratului).

Rezultate bune s-au obținut la Trustul Pitești prin închiderea straturilor cu exces de gaze cu packer și țevi de extracție concentrice.

În sectorul Băbeni exploatarea helvețianului s-a făcut și se face din mai multe nisipuri simultan.

În aceleași complexe, în timpul exploatării gazele segregă în nisipurile superioare, iar debitele scad datorită excesului de gaze. Pentru a nu recurge la operații de cimentare sub presiune, care sînt greoaie și blochează straturile, pentru exploatarea în viitor s-a adoptat sistemul de închidere cu packer între straturi cu țevi de extracție concentrice cu diametrul de 3 și $1^1/_2$", în cazul exploatării prin gazlift, și de $3^1/_2$ și 2", în cazul exploatării prin pompaj de adîncime.

Acest sistem permite și exploatarea simultană și separată a două straturi, indiferent de sistemul de exploatare.

Un capitol foarte important în reducerea declinului de producție este acela al *intervențiilor*.

Trecerea în fiecare an a unui număr important de sonde în pompaj de adîncime duce la creșterea continuă a țițeiului neextras din cauza intervențiilor, la scăderea nivelului de producție.

Considerînd că acest capitol face obiectul unui studiu special, se vor arăta numai cîteva aspecte din activitatea de intervenții și unele măsuri importante ce trebuie luate.

În primul rînd este necesar să se reducă numărul de intervenții prin prelungirea perioadei de funcționare a pompelor.

În acest scop, la Trustul Pitești s-a realizat o serie de măsuri, ca: combaterea coroziunii echipamentului de fund prin inhibări cu proteine hidrolizate și hexametafosfat de sodiu, consolidarea nisipurilor prin diverse metode, închiderea apelor de talpă cu efect corosiv mare, folosirea diverselor tipuri de separatoare de fund atît pentru nisip cît și pentru gaze, stabilirea unui regim tehnologic cît mai adecvat condițiilor de zăcămînt și corespunzător echipamentului de fund și suprafață de care se dispune, intervenții profilactice în special pentru deparafinarea țevilor de extracție, folosirea gamelor de pistoane pînă la cea mai mare treaptă (+5), folosirea pompelor de fund din material special etc.

În al doilea rînd, pentru scurtarea duratei intervențiilor s-au urmărit creșterea continuă a timpului normat în activitatea de intervenții și reducerea timpului de regie prin reducerea curățărilor cu lingura (înlocuită prin curățare cu burlan și țevi de extracție), limpezirea în talpă cu burlane de 200—300 m lungime și diametru de 4" introduse cu țevi de extracție în loc de lăcărire, echiparea sondelor cu minimum necesar pentru efectuarea intervențiilor, asigurarea condițiilor de lucru la locul de muncă (poduri corespunzătoare, iluminat), asigurarea la timp a pompelor de schimb, controlul periodic al sculelor și utilajului, calitatea operațiilor etc.

În al treilea rînd este necesar controlul special al sondelor slabe sau oprite, pentru determinarea cauzelor care duc la stabilirea programului corespunzător.

Un singur exemplu este concludent pentru a arăta importanța și necesitatea unor măsuri urgente în acest sector. Prin înlocuirea troliilor existente cu trolii de viteză medie, reducerea timpului de transport de la o sondă la alta ar mări coeficientul de exploatare a sondelor în pompaj cu 1%.

Așa cum s-a arătat de la început, acest capitol prezintă o importanță deosebită pentru reducerea declinului aparent al producției la sondele vechi și tratarea lui este indicat a se face într-un material special.

Observaţii în legătură cu cimentările cu reţinător

Ing. S. PĂNCESCU

Reţinătorul de ciment a fost proiectat încă acum 30 de ani, ca o necesitate a cimentărilor sub presiune. Folosirea lui, mai rară în trecut, şi-a găsit în ultimul timp o aplicare curentă, din cauza condiţiilor în care tehnica forajului a trebuit să sape, să tubeze şi să cimenteze sondele.

Trebuie remarcat că mulţi practicieni ezită să folosească reţinătoarele de ciment, considerînd în special frezarea acestora ca o problemă grea.

Se ştie că principala funcţie a reţinătorului este, după cum indică şi numele, să reţină în formaţiune laptele de ciment injectat, chiar cu presiuni mari, fără ca prin aceasta să se solicite rezistenţa coloanei.

Cea mai obişnuită cimentare cu reţinător este şi cea mai veche: cimentarea cu injecţie de lapte de ciment sub presiune a unei deschideri de strat sau straturi şi care are drept scop pătrunderea laptelui de ciment prin toate fisurile, rămase sau formate mai tîrziu în piatra de ciment a cimentării primare de coloane. Adesea, astfel de cimentări închid total şi canalele de drenaj din nisipurile petroliere, creînd, după frezarea reţinătorului şi a pietrei de ciment din coloană, mari dificultăţi la repunerea sondei în producţie. Uneori se lasă un dop de ciment la baza perforaturilor, iar alteori nu se găseşte ciment sub reţinător.

Eliminînd cazul că în timpul injecţiei s-a pompat prea multă apă şi nu se găseşte ciment sub reţinător, ceea ce este o operaţie greşită, vom considera lipsa cimentului sub reţinător sub un alt aspect, şi anume acela al receptivităţii stratului cimentat, care nu este aceeaşi pe toată grosimea lui. Laptele de ciment pompat cu presiune a pătruns pe liniile de minimă rezistenţă şi care se aflau în partea superioară a nisipului perforat, partea inferioară neprimind nimic din laptele de ciment injectat.

În felul acesta, dacă inundarea stratului era din talpă, cimentarea nu-şi atinge scopul, oricît de bine ar fi fost executată.

Cum se procedează în astfel de cazuri?

De la început trebuie precizat că nu se vor cimenta cu reţinător dintr-o dată mai multe nisipuri deschise; în cazul unui singur nisip s-au înregistrat de multe ori cimentări cu reţinător fără rezultat, ba se poate spune chiar cu rezultat negativ. Adică, înainte de cimentare sonda a produs ţiţei cu un procent de apă sărată, iar după cimentare numai apă sărată (bineînţeles după frezarea reţinătorului şi constatarea lipsei pietrei de ciment sub el). Explicaţia este simplă: partea superioară a nisipului cu receptivitate mare şi purtătoare de ţiţei a fost omorîtă prin injecţia unei cantităţi de lapte de ciment, iar partea de jos inundată, însă cu receptivitate redusă, nu a primit ciment.

Astfel de situații au discreditat cimentările cu reținător.

Dacă se găsește piatră de ciment sub reținător, rezultă sigur că laptele de ciment a pătruns în partea inferioară a nisipului perforat, fără a avea în aceeași măsură și certitudinea că laptele de ciment a pătruns și în partea de sus.

Corectivul acestor situații nelămurite constă în injectarea unei cantități cît mai mari de lapte de ciment, ridicînd treptat presiunea pînă la limita maximă admisă de rezistența reținătorului. Cu un reținător oarecare de dimensiuni între 4 1/2 — 8 5/8″ se pot face presiuni pînă la 320 at. Desigur că la această presiune ridicată laptele de ciment va pătrunde pe toată grosimea stratului deschis, avînd săgeți de pătrundere în adîncime diferite și corespunzătoare receptivității.

În timpul injecției de lapte de ciment presiunea la pompă crește continuu. Uneori, aceasta se menține dar numai un timp, marcînd din nou o creștere, dacă bineînțeles s-a pregătit un volum de lapte de ciment suficient față de capacitatea receptivă a stratului. În consecință este necesar să se știe chiar aproximativ ce volum de lapte de ciment trebuie pregătit pentru a injecta cantitatea suficientă, cunoscînd că o cimentare cu reținător la care presiunea de pompare nu a marcat o creștere continuă poate să nu fie reușită. Uneori s-au înregistrat și cazuri de scădere a presiunii în timpul injecției, ca urmare a unui fenomen de fisurare ; dacă totuși volumul de lapte de ciment pregătit și injectat este suficient de mare, presiunea de pompare va începe din nou să crească.

Așadar, întrebarea care se pune este de a cunoaște, fie și aproximativ, ce volum de lapte de ciment trebuie pregătit pentru a asigura o cimentare bună.

O cimentare urmată de retragere la straturi superioare se execută cu reținător numai atunci cînd stratul ce urmează a fi închis a manifestat cu apă foarte activă și nivel ridicat, chiar eruptiv, iar succesiunea (alternanța) între straturile de apă și țiței este foarte apropiată.

În acest caz, reținătorul se fixează imediat deasupra perforaturilor și după cimentare nu va mai fi frezat. În cazul cînd cimentarea are drept scop o închidere urmată de o revenire la orizonturi inferioare, se precizează că închiderea prin cimentare cu reținător nu este recomandabilă decît în cazul unor nisipuri acvifere cu debit și nivel mici. Dacă este vorba de straturi de gaze sau de apă foarte activă, cimentările de acest fel, chiar reușite, nu sînt de durată. În aceste cazuri, cimentarea trebuie consolidată cu un manșon, sau exploatarea nisipurilor inferioare se va face cu ajutorul unui packer.

Una dintre principalele operații de cimentare cu reținător, indicată din cauza unor cimentări primare îndoielnice a coloanelor de exploatare, este izolarea în spatele coloanei a nisipurilor de apă de cele purtătoare de țiței, prin formarea unui inel izolator de piatră de ciment între ele.

În ajutorul acestor lucrări de reparație se folosește cercetarea cu izotopi radioactivi și carotaje radioactive. O lucrare de acest gen, pentru a fi bine executată, trebuie să se desfășoare astfel :

1. Carotajul de referință pe adîncimea respectivă.

2. Șablonarea și fixarea unui packer pentru produs de jos între cele două nisipuri deschise, care urmează a fi investigate.

3. Probă prin pistonaj de la nisipul inferior, care, dacă se dovedește cu țiței, va fi exploatat în continuare. Dacă are apă se trece la cimentarea lui și probă la cel de sus.

4. Se injectează apă marcată prin perforaturile de sub packer, avînd coloana deschisă și limitînd presiunea de injecție la posibilitățile de etanșare a packerului. Dacă se înregistrează o injecție masivă de apă marcată, fără ca să se observe vreo mișcare în coloana deschisă, rezultă că apa marcată pătrunde numai în nisipul inferior, care se dovedește astfel a fi foarte receptiv, și deci injecția nu ridică apa prin spatele coloanei spre nisipul superior. Fenomenul acesta nu dovedește categoric lipsa de comunicație între nisipuri prin spatele coloanei, ci numai că receptivitatea stratului inferior este foarte mare, comparativ cu eventualul canal de comunicație prin spatele coloanei.

5. În această situație certitudinea se obține prin injecția unei cantități mari de apă marcată, ridicînd presiunea prin mărirea debitului, fără a afecta însă etanșarea packerului. Pomparea poate să cuprindă chiar 10—15 m³ apă parțial marcată. După o bună spălare a puțului, se extrage packerul și se face carotajul radioactiv de control.

Chiar dacă nu se obține o mișcare în coloană, iar carotajul de control nu arată o comunicație categorică, este suficient dacă s-a marcat numai tendința de ridicare spre nisipul superior pentru a aprecia că poate să existe acel canal de comunicație între nisipuri a căror receptivitate este foarte redusă, față de receptivitatea nisipului inferior.

6. În acest caz se trece de îndată la cimentarea cu reținător, care va fi fixat exact în locul unde a fost fixat packerul. Această cimentare este bine să se facă cu laptele de ciment marcat, pentru a verifica apoi pătrunderea lui.

7. În cazul cînd după injectarea unui volum de apă marcată se observă o mișcare în coloana deschisă, iar packerul a rămas bine fixat în poziția lui, atunci există sigur circulație prin spatele coloanei între cele două nisipuri. Se va circula cu cel puțin 2 m³ apă marcată, după care se va închide coloana și se va continua injecția a încă 3—5 m³ apă parțial marcată,

după care se va deschide coloana. Se va despăna packerul, se va spăla bine puțul și după extragerea packerului se va executa carotajul de control.

Se va executa apoi cimentarea fixînd reținătorul în locul unde a fost fixat packerul. După pomparea unei cantități de lapte de ciment corespunzătoare volumului teoretic al spațiului inelar din spatele coloanei, cu coloana deschisă, se va închide coloana și se va continua pomparea, injectînd în formațiune ciment pînă la atingerea presiunii maxime admise de rezistența coloanei sau pînă la epuizarea cantității de ciment pregătite. Este necesar în aceste cazuri să existe și un manometru la coloană pentru a urmări și presiunea din spațiul de deasupra reținătorului, deoarece este posibil ca la o anumită presiune mai mică decît presiunea admisă de coloană să primească ciment numai formațiunea deschisă de sub reținător, și numai după injectarea unui volum mai mare acesta să înceapă să se ridice și deasupra reținătorului.

Ghidarea după manometrul pompei agregatului, în urmărirea presiunii de la coloană, nu este sigură, deoarece indicațiile acestuia pot fi eronate, ca urmare a obturării lui cu ciment. După degajarea țevilor de extracție de la reținător se va spăla cu circulație indirectă plusul de lapte de ciment din coloană. Este de remarcat că investigația cu izotopi radioactivi pentru detectarea cimentărilor nereușite trebuie să se facă în condiții optime și cît mai complet, luîndu-se toate măsurile necesare pentru a-i asigura o bună reușită în vederea obținerii unor indicații concludente. În acest scop, folosirea packerului la operațiile de detectare și izolare a nisipurilor purtătoare de apă de cele de țiței este absolut indicată.

Cimentarea cu reținător fără o prealabilă cercetare serioasă a realității de la puț este o greșeală care trebuie evitată.

Injectarea simplă, mai mult de probă, a cîtorva sute de litri de apă marcată cu izotopi radioactivi urmată de cimentarea cu lapte de ciment marcat duce la situația de a se fi executat o lucrare care se controlează abia după executarea ei, fără ca în prealabil să se fi cunoscut mai bine situația reală din puț, pentru a proiecta cel mai indicat program de lucru.

Așa se explică de ce la unele sonde cimentate cu reținător la frezare nu se găsește piatră de ciment sub el și, de asemenea, pătrunderea laptelui de ciment în formațiunea deschisă fără a se fi obținut și o închidere în spatele coloanei, volumul de .lapte de ciment fiind prea mic. Așa se explică de ce sonde cimentate cu reținător au rămas sterile și după reperforări (acidizările nu pot fi luate în considerație în astfel de situații) și de ce uneori impuritățile au scăzut după cimentare, iar alteori au crescut pînă la 100%.

În concluzie, cimentarea cu reținător trebuie executată numai după ce s-a analizat și cercetat sub toate aspectele situația puțului, a coloanei, a cimentării primare de coloană, fixîndu-se programul de lucru corespunzător.

Un alt aspect al cimentărilor cu reținător este acela al fixării acestuia, operație care uneori nu decurge normal, ori, pur și simplu, nu se fixează în punctul programat; aici există două cauze:

1) o greșeală de construcție;

2) o greșeală de manevră.

Verificarea adevăratei cauze este imposibilă, deoarece, odată reținătorul introdus și declanșat, chiar dacă nu s-a fixat, în caz că se încearcă extragerea lui el se împănează pe drum, ocazionînd un accident tehnic rezolvabil prin frezare. Deci nu putem avea la dispoziție un reținător care a funcționat prost pentru a-l putea cerceta.

Reținătorul vine montat gata de la uzină. Operatorul nu poate să-i controleze decît dimensiunile, existența bilei, a scaunului de reținere, a știfturilor de fixare a penelor, neputîndu-i-se controla funcționarea.

Principalele cauze care duc la nefuncționare sînt următoarele:

1. Alunecarea penelor pe suprafața corpului tronconic nu se face normal, deoarece curbura fețelor de alunecare nu este identică.

2. Știfturile rupte la manevrele de fixare și rămase pe fețele de alunecare favorizează griparea, împiedicînd dezvoltarea cursei întregi, necesară fixării.

3. Garnitura de cauciuc nu corespunde calitativ, astfel că umflarea ei la presiunea de fixare nu este satisfăcătoare; ea crapă sau se rupe, așa că pe lîngă faptul că nu mai asigură etanșarea, nici nu mai împinge în sus și în jos suficient conusul mobil, care rupe la rîndul lui știfturile, care țin bacurile de fixare. În felul acesta s-ar explica de ce unele reținătoare nu se fixează de loc, se fixează numai în jos sau numai în sus, sau la încercarea extragerii după declanșat, după un anumit număr de metri, se agață, împănîndu-se în coloană.

4. Fixarea în jos trebuie să se facă după fixarea în sus și la o tracțiune de 3—4 t minimum, altfel rupîndu-se garnitura cînd se mărește presiunea pentru fixarea lui în jos. Dacă nu ține suficient la tracțiune și scapă în sus, înseamnă că bacurile, deși desfăcute, sînt însă de o calitate necorespunzătoare și nu se înfig în coloană sau au rămas gripate, nefăcîndu-și cursa complet. Aceeași situație se poate întîmpla și la fixarea în jos. Așadar trebuie să se acorde cea mai mare atenție construcției pentru ca orice gripare a fețelor de alunecare să fie exclusă, iar bacurile de fixare să corespundă calitativ, la fel și garnitura.

Manevrele de fixare să fie respectate conform instrucțiunilor.

În sfîrșit, mai există încă un aspect al cimentării cu reținător.

S-au înregistrat adesea cazuri cînd reținătorul s-a rupt din corp imediat sub filetul stînga de lansare, la presiunea de injecție de 240—260 at.

Cauza acestui accident, cu singura consecință că s-a întrerupt injecția laptelui de ciment înainte de injectarea întregii cantități programate, este explicată de rezistența la tracțiune a secțiunii de sub filetul stînga. Într-adevăr, reținătorul fixat este supus unei împingeri de jos în sus proporționale cu presiunea și secțiunea. Secțiunea este compusă din secțiunea spațiului inelar dintre coloană și țevile cu care se introduce reținătorul și secțiunea țevilor, însă numai asupra secțiunii interioare se exercită presiunea de întindere, deoarece presiunea asupra secțiunii inelare este suportată de împănarea reținătorului.

În cazul packerelor, presiunea exercitată le împinge în sus, reținătorul fiind însă fixat, împingerea aceasta duce la o întindere a tubingului care trage de reținător, iar acesta se rupe acolo unde secțiunea este mai slabă, adică sub filetul stînga.

Din cele de mai sus rezultă că reținătorul trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

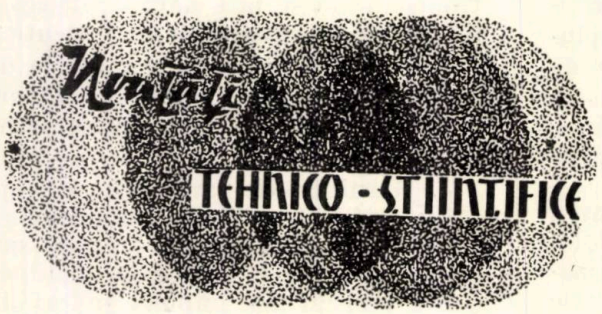
1. Suprafețele de alunecare ale corpurilor mobile și ale penelor să coincidă perfect la curbură.

2. Știfturile de fixare a penelor sau a corpurilor mobile să fie confecționate din material care să nu ocazioneze gripări pe suprafețele de alunecare.

3. Garnitura de etanșare din cauciuc să fie suficient de elastică și rezistentă pentru a se umfla suficient și a rezista la presiuni.

4. Materialul din care se confecționează reținătorul să fie ușor frezabil sau casant, pentru a putea fi ușor înlăturat din coloană la nevoie, asigurîndu-i-se în același timp o rezistență destul de mare pentru a nu se rupe la presiuni sau tracțiuni. Nu se recomandă mărirea secțiunii, ci îmbunătățirea calității materialului.

Este de dorit ca uzinele constructoare de reținătoare la livrarea acestora să indice, pe lîngă caracteristici și dimensiuni, și rezistența, respectiv presiunea la care pot fi utilizate. Numai uzinele cunosc acest lucru, operatorul neavînd dreptul și neputînd chiar să demonteze un reținător.



Din motive economice, gazele se înmagazinează și se transportă ca lichide în loc de gaze.

Gazele care sînt lichide numai la temperaturi mai joase decît temperatura ambiantă sînt înmagazinate ca lichid aproape fără presiune, adică la temperaturi criogenice. Vasele construite din material rezistent la frig, scump, pot fi făcute mai subțiri și deci sînt mai ieftine. În ceea ce privește gazele lichefiabile la temperatura ambiantă, sub presiune nu este adesea economic să fie înmagazinate lichide fără presiuni sau sub presiune relativ joasă, la temperaturi sub temperatura ambiantă, cu toate că rezervoarele trebuie izolate.

În Australia s-a descoperit primul șantier de petrol Moonic. S-au pus în producție trei noi sonde: 5, 6 și 7, care produc pe duză de 15,88 mm, respectiv 263, 264 și 258 m³/zi țiței, cu o greutate specifică de 0,802, respectiv 0,797, respectiv 0,806. Suprafața productivă delimitată pînă în prezent este de 9,5 km², rezervele se estimează între 12 și 30 mil. t.

Planul de dezvoltare a producției de țiței și gaze în Republica Populară Polonă prevede următoarea producție:

	1965	1970	1975	1980
țiței, mil. t.	0,2	0,6	2,0	4,0
gaze, miliarde m³	1,6	3,0	4,5	6,0

Pentru aceasta se prevede a se săpa metrajul și a se obține creșterile de rezerve următoare:

	1961—1965	1966—1970	1971—1975	1976—1980
Foraj, mii m	3 380	6 320	8 980	10 745
Creșteri de rezerve:				
Țiței, mil. t.	1,2	8,0	38,0	56,0
Gaze, miliarde m³	16	30,6	43,5	54,0

La sonda 1 Münterland s-a stabilit un record de adîncime de 5 956 m.

Sonda se află la o distanță de 4 km de Billerbeck între Coesfeld și Münster. Forajul a început la 10 iulie 1961 și s-a terminat la 5 decembrie 1962, după 500 de zile de foraj.

Pentru forajul sondei s-au utilizat o turlă piramidală, un troliu Wirth tip GH 1 400, cu o forță de tracțiune în cablu de 45 t. Instalația de foraj era acționată de trei motoare Maybach, de cîte 650 CP fiecare. Pentru circulație s-au folosit trei pompe Wirth 6 3/4" × 12/500. Pînă la adîncimea de 1 800 m s-a săpat cu un diametru de 17 1/3" și s-a tubat cu o coloană de 13 3/8". Prin coloana de 13 3/8" s-a săpat cu o sapă de 12 1/4" și s-a tubat coloana de 9 5/8". Mai departe, pînă la adîncimea finală, s-a utilizat o sapă de 8 1/2".

Forajul a permis obținerea unor date interesante. Sub carboniferul purtător de cărbune, a cărui bază s-a întîlnit la 3 000 m, s-au mai săpat încă aproximativ 1 000 m în carboniferul inferior și în devonian.

Forajul a dat informații asupra apelor de adîncime, asupra straturilor de cărbuni și asupra posibilităților de producție de gaze.

În același timp s-a constatat comportarea noroiului în condiții extreme de gaură (temperatură ~ 200°C, presiune înaltă).

Sonda cea mai adîncă din Franța este sonda Brassempouy nr. 201 din Landes, care are adîncimea de 5 512,30 m.

La această sondă s-a stabilit și un record mondial de metraj maxim săpat cu o sapă — 1 138 m. Rezultatul a fost obținut cu o sapă cu diamante de 8 7/16", acționată cu turbină.

Sapa s-a introdus la adîncimea de 3 443 m și a săpat 1 138 m în 482 de ore. Într-o sondă alăturată la aproximativ aceeași adîncime s-au săpat 1 407 m în 53 de zile cu 57 de sape cu role. Aceasta înseamnă un metraj zilnic de 28 m și un metraj mediu pe sapă de 24 m. Sapa cu diamante nu numai că a înlocuit 47 de sape cu role, dar a permis obținerea unui metraj zilnic de 45 m față de 28 m, deci o îmbunătățire de 62%. În același timp, înclinarea sondei s-a micșorat de la 15 la 6°.

Procedee moderne de fabricare a benzinei superioare și economicitatea lor

Ing. M. TIMUȘ
și
ing. G. BOLDESCU

Procedeele moderne de fabricare a benzinei superioare pentru automobile se apreciază după eficacitatea lor economică. În acest scop s-a studiat procedeul izomerizării și alchilării și s-a observat influența pe care o are o fracțiune ușoară de benzină de cracare catalitică cu o curbă de distilare asemănătoare izomerizatului C_5—C_6 asupra caracteristicilor benzinei superioare, în vederea înlocuirii izomerizatului cu această fracțiune.

Se apreciază că cifra octanică a benzinei de calitate superioară va depăși în viitor valoarea de 100, datorită creșterii continue a raportului de compresiune la motoarele pentru automobile, raport care în unele cazuri experimentale a depășit 12 : 1.

Tendința în construcția motoarelor auto de a mări raportul de compresiune a impus, pe lîngă cifra octanică, noi condiții de calitate, ca : senzitivitate [1], tendința de a forma depuneri și ardere cu ceață în cilindrul motor etc. Aceste cerințe determină direcția de dezvoltare a prelucrării benzinei pentru a-i imprima o anumită compoziție necesară satisfacerii noilor condiții de calitate. Între aceste cerințe, cea mai importantă este senzitivitatea benzinei, ea fiind considerată cu atît mai bună cu cît senzitivitatea ei este mai mică. Pentru a imprima benzinei o senzitivitate mică trebuie mărit conținutul de izoparafine, care au senzitivitatea mică, și micșorat conținutul de olefine, care au o senzitivitate mare și contribuie la formarea ceții și depunerilor în cilindrul motor.

Naftenele cu cifre octanice scăzute trebuie eliminate. Drept componenți valoroși ai benzinei auto rămîn hidrocarburile izoparafinice și aromatice. Aromaticele însă vor trebui folosite cu măsură, deoarece și ele contribuie la mărirea senzitivității și la formarea depunerilor. Ținînd seamă de aceste considerații, benzina viitorului va trebui să cuprindă o gamă de izoparafine cu puncte de fierbere astfel alese încît să se încadreze în curba normală de distilare a unei benzine de calitate superioară.

Acest mod de a obține combustibilul auto ar duce la prețuri foarte ridicate ; de aceea problema care se pune rafinăriilor este de a găsi un echilibru tehnico-economic între cerințele industriei de automobile și procedeele moderne de fabricare a benzinelor superioare.

În prezent, nivelul octanic ridicat al benzinei se realizează cu ajutorul instalațiilor de reformare și cracare catalitică, care nu satisfac noile cerințe.

Pentru a obține benzină de calitate superioară care să satisfacă noile condiții și să fie realizabilă economic, va trebui să adăugăm procedeelor de fabricare a izomerizatelor și instalațiile care se folosesc în prezent și reformarea și cracarea catalitică, reducînd astfel conținutul de olefine și aromatice.

În lucrarea de față, criteriul de comportare a benzinei în motoarele auto s-a considerat între cifra octanică F-1 și cifra octanică F-2, care determină senzitivitatea, deoarece cercetările din ultimul timp au stabilit că diferențele dintre cifra octanică F-1 și cifra octanică la drum (COD) sînt mici (— 0,3 la 1,5 unități) [1] pentru valori F-1 cuprinse între 97 și 100 la rotații ce nu depășesc 3 000 rot/min și la raportul de compresiune de maximum 11 :1.

Pe plan mondial, benzina superioară folosită în anul 1958 [2] a avut caracteristicile arătate în tabela 1.

Aceste caracteristici reprezintă media a 26 de țări astfel repartizate pe suprafața pămîntului încît cuprind toate climatele de la Ecuator la Cercul Polar.

PRELUCRAREA ȚIȚEIULUI ÎN VEDEREA MĂRIRII CIFREI OCTANICE

S-a presupus că se va prelucra țiței parafinos și semiparafinos de Muntenia într-o rafinărie-tip cu o capacitate de prelucrare de 3 000 000 t/an. Profilul rafinăriei-tip este reprezentat schematic în figura 1 și de asemenea este redat în tabela 2.

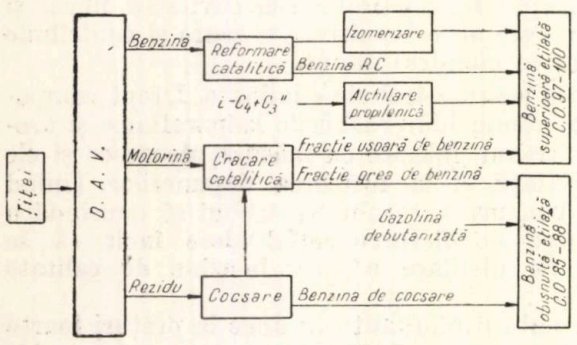


Fig. 1. Schema fabricării benzinei auto de calitate superioară.

S-a presupus că materia primă pentru cracarea catalitică o constituie distilatul de vid și distilatul peste 205°C de la cocsare. Fracțiunile C_3 și C_4 rezultate din această operație s-au folosit ca materie primă la o instalație de alchilare propilenică. Benzina CC a fost fracționată într-o fracțiune scurtă de vîrf (47—95°C), care a fost folosită la prepararea benzinei superioare, și o fracțiune de fund, folosită la prepararea benzinei obișnuite (fig. 1).

Materia primă pentru reformarea catalitică s-a considerat benzina de distilare primară din țiței de Muntenia. Cifrele octanice ale reformatului au fost variate prin schimbarea condițiilor de operare (variația vitezei volumetrice). Fracțiunea C_5—C_6 rezultată de la reformare a fost folosită ca materie primă la o instalație de izomerizare (fig. 1).

Tabela 1

CARACTERISTICILE BENZINEI AUTO (VALORI MEDII MONDIALE)

Cifra octanică		TEP	PVR	Distilarea, °C					Senzitivitatea
F-1	F-2	ml/l	kg/cm²	p.i °C	10%	50%	90%	p.f., °C	C.O.
92	84	0,5	0,6	38	57	102	157	190	8
92	82	0,5	0,6	30	45	99	156	190	10

În instalația de izomerizare s-a considerat că se operează prin recirculare pentru pentan și printr-o singură trecere pentru hexan.

Izomerizatul s-a estimat pe baza conversiei de 88% pe catalizator special de platină. Cifra octanică a fost menținută constantă.

Alchilarea propilenică s-a considerat că se face la o conversie de 90% pe catalizator de acid fluorhidric. Cifra octanică a alchilatului s-a menținut constantă.

Tabela 2

PROFILUL RAFINĂRIEI-TIP

Procedeu de prelucrare	Alimentarea, t/an
Distilare atmosferică și în vid (DAV)	3 000 000
Cocsare (Cx)	1 000 000
Cracare catalitică (CC)	1 000 000
Reformare catalitică (RC)	255 000
Izomerizare C_5 — C_6	80 000
Alchilare propilenică	40 000

În vederea fabricării benzinei de calitate superioară, după ce s-au fixat tipurile de fracțiune ușoară de cracare catalitică, de izomerizat C_5—C_6 și de alchilat propilenic, s-a variat cifra octanică a reformatului catalitic ce se va introduce în amestec. Cifra octanică 98 F-1 a

reformatului catalitic nu a fost depășită, deoarece peste această cifră reformarea devine prea scumpă.

Amestecurile au fost limitate la folosirea celor patru componenți : benzină RC, izomerizat C_5-C_6, fracțiune ușoară de CC, alchilat propilenic la care s-a adăugat și tetraetil de plumb.

Tabela 3

CARACTERISTICILE COMPONENȚILOR PENTRU BENZINA SUPERIOARĂ

Caracteristici	Produse ușoare			Produse grele		
				reformat catalitic		
	izomerizat C_5-C_6*	fr. ușoară CC	alchil-propil*	RC-90	RC-94	RC-98
Densitatea la 15°C	0,652	0,670	0,686	0,801	0,818	0,830
Tensiune vapori, kg/cm²	0,95	0,8	0,5	0,08	0,07	0,05
Cifra octanică F-1	84	93	90	90	94,2	98
Cifra octanică F-2	83	80,6	88	81,3	85,2	90
Distilare, °C						
Inițial	33	47	41	76	80	90
10%	40	54	64	104	105	108
50%	48	70	92	134	136	140
70%	55	76	100	148	149	153
90%	66	90	123	167	168	172
Final	83	95	175	204	205	207
Olefine, %		40		0,4	0,5	0,3
Aromatice, %		2		57,6	63,5	67,7
Saturate, %		58		42,0	36,0	32,0

* Chimie et Industrie, **83**, nr. 5, 1960.

Tabela 4

INFLUENȚA DIVERSELOR PROCEDEE DE RIDICARE A CIFREI OCTANICE LA BENZINA SUPERIOARĂ AUTO

Compoziția amestecurilor									
Amestec nr. / Componenți	Procent în greutate al componenților fără corecția presiunii de vapori								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Benzină RC—90	70	—	—	70	—	—	70	—	—
Benzină RC—94	—	70	—	—	70	—	—	70	—
Benzină RC—98	—	—	70	—	—	70	—	—	70
Izomerizat C_5-C_6	30	30	30	—	—	—	—	—	—
Fr. ușoară CC	—	—	—	30	30	30	—	—	—
Alchilat propilenic	—	—	—	—	—	—	30	30	30
C_4 % în gr. pentru corecția PVR	5,5	5,5	6,0	7,0	7,0	7,5	7,0	7,0	7,0
Caracteristicile amestecurilor									
Densitate la 15°C	0,747	0,762	0,766	0,749	0,767	0,750	0,748	0,766	0,750
PVR, kg/cm²	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
Cifra octanică F-1 curat	89,1	91,6	94,6	91,8	94,3	97,3	90,9	93,4	96,4
F-1 + 0,5 ml/l TEP	95,9	97,8	99,4	94,8	97,2	98,8	96,2	98,1	99,7
F-1 + 0,8 ml/l TEP	98,4	99,4	100,4	97,7	98,7	99,7	99,2	100,2	101,2
F-2 curat	82,6	85,1	87,4	82,0	84,5	86,8	84,3	86,8	89,1
F-2 + 0,5 ml/l TEP	90,3	92,1	94,2	86,3	88,1	90,1	90,8	92,6	94,6
F-2 + 0,8 ml/l TEP	92,7	94,9	95,9	88,9	91,1	92,1	93,3	95,5	96,5
Senzitivitate									
Curat	6,5	6,5	7,2	9,8	9,8	10,5	6,6	6,6	7,3
Cu 0,5 ml/l TEP	5,6	5,7	5,2	8,5	9,1	8,7	5,4	5,5	5,1
Cu 0,8 ml/l TEP	5,7	4,5	4,5	8,8	7,6	7,6	5,9	4,7	4,7
Hidrocarburi în greutate, %									
Olefine	1,4	1,5	1,6	13,2	13,3	13,5	2,3	2,4	2,2
Aromate	39,7	43,7	46,7	37,8	43,2	45,7	39,9	43,7	46,7
Saturate	58,9	54,8	51,7	49,0	43,5	40,8	57,8	53,9	51,1

Presiunea de vapori Reid (la 37,8°C) a benzinei s-a adus la 0,6 kg/cm².

S-a ales alchilarea propilenică şi nu cea butilenică, deoarece în R.P.R. aproape întreaga cantitate de butilen este folosită în industria petrochimică (fabricarea cauciucului), iar eventualul disponibil s-a considerat că se va folosi la fabricarea izooctanului, necesar preparării benzinei de aviaţie. Alchilarea propilenică capătă o extindere din ce în ce mai mare pe plan mondial, deoarece izoheptanii rezultaţi sînt buni componenţi pentru benzina auto, avînd cifra octanică ridicată (89—91 F-1), o bună susceptibilitate faţă de tetraetilul de plumb şi o senzitivitate cuprinsă între 1 şi 2.

BAZA DE EVALUARE A REZULTATELOR

Componenţii folosiţi în amestecuri şi caracteristicile lor sînt arătate în tabela 3.

Cu aceşti componenţi s-au preparat 15 amestecuri care reprezintă benzina de calitate superioară. În aceste amestecuri cifra octanică a benzinei superioare a fost variată, amestecînd pe rînd trei produse de reformare catalitică notate cu RC—90, RC—94, RC—98, avînd cifrele octanice F-1 respective : 90, 94 şi 98 (tabela 3), cu ceilalţi componenţi în proporţiile arătate în tabela 4. Caracteristicile componenţilor au fost menţinute constante. Procedînd astfel, rezultatele obţinute sînt comparabile pentru izomerizat, fracţiunea uşoară CC şi alchilatul propilenic.

În scopul de a găsi prin interpolare cantitatea de TEP ce trebuie adăugată pentru a obţine o cifră octanică determinată, s-au trasat pentru fiecare amestec curbele de etilare în funcţie de cifra octanică F-1.

Amestecurile notate cu 1 pînă la 9 (tabela 4) s-au făcut cu scopul de a evalua influenţa componenţilor i-C_5—C_6, a fracţiunii uşoare CC şi a alchilatului asupra creşterii preţului de cost, iar amestecurile 10—15 (tabela 5), cu scopul de a găsi calea cea mai economică de fabricare a benzinei superioare şi de înlocuire parţială sau totală a izomerizatului.

La baza studiului stau date experimentale privind cracarea catalitică, reformarea catalitică şi cocsarea.

Caracteristicile amestecurilor s-au obţinut prin calcul pe baza datelor analitice ale componenţilor.

RIDICAREA CIFREI OCTANICE A BENZINEI

Din tabela 4 se observă că ridicarea cifrei octanice F-1 a benzinei superioare se poate realiza prin cracare catalitică pînă la valoarea 99 F-1. Peste această cifră octanică va trebui să recurgem la izomerizare sau la alchilare. Folosind unul dintre aceste procedee se poate atinge 100 F-1 şi chiar depăşi.

Tabela 5

COMPOZIŢIA ŞI CARACTERISTICILE AMESTECURILOR PENTRU BENZINA SUPERIOARĂ AUTO

Componenţi \ Amestec nr.	Procentul în greutate al componenţilor fără corecţia presiunii de vapori					
	10	11	12	13	14	15
Benzină RC — 90	—	—	—	—	—	—
Benzină RC — 94	70	70	70	—	—	—
Benzină RC — 98	—	—	—	70	70	70
Izomerizat C_5 — C_6	15	—	7	15	—	7
Fr. uşoară CC	15	15	15	15	15	15
Alchilat propilenic	—	15	8	—	15	8
C_4% în gr. pentru corecţia PVR	7,0	7,5	7,5	7,0	7,5	7,5
Densitatea la 15°C	0,746	0,747	0,748	0,766	0,768	0,765
PVR, kg/cm²	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
Cifra octanică						
F-1 curat	93,0	93,8	93,6	97,2	96,8	96,5
F-1 + 0,5 ml/l TEP	97,4	97,7	97,6	99,0	99,2	99,6
F-1 + 0,8 ml/l TEP	99,2	99,6	99,4	100,5	100,7	100,4
F-2 curat	84,9	85,7	85,4	89,8	90,2	90,1
F-2 — + 0,5 ml/l TEP	90,2	90,4	90,3	92,2	92,5	92,6
F-2 + 0,8 ml/l TEP	92,1	92,3	92,2	94,1	94,3	94,2
Senzitivitate						
Curat	8,1	8,1	8,2	7,4	6,6	6,4
Cu 0,5 ml/l TEP	7,2	7,3	7,3	6,8	6,7	7,0
Cu 0,8 ml/l TEP	7,1	7,3	7,2	6,4	6,4	6,2
Hidrocarburi în gr., %						
Olefine	5,5	5,3	5,3	5,0	5,1	5,0
Aromate	42,7	42,6	42,5	44,3	43,8	43,6
Saturate	51,8	52,1	52,2	50,7	51,1	51,4

În aceste limite, creşterea preţului de cost variază cu creşterea cifrei octanice, cu componenţii şi cu cantitatea de TEP adăugată.

ECONOMICITATEA PROCEDEELOR

Influenţa procedeelor de prelucrare folosite la fabricarea benzinei superioare asupra preţului de cost se poate observa în figura 2, pentru cifra octanică F-1 (cercetări), şi în figura 3, pentru

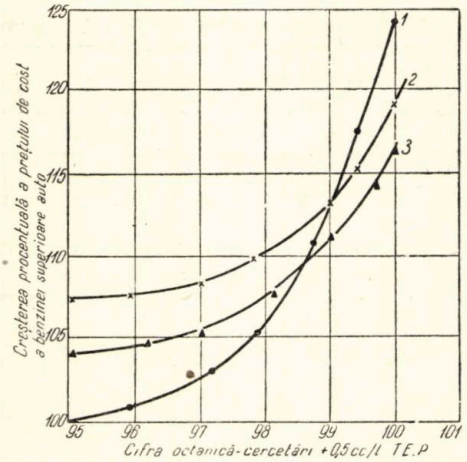


Fig. 2. Corelaţie între creşterea preţului de cost al benzinei superioare auto şi COC. Baza de comparaţie COC 95 :

1 – benzina RC + fr. uşoară CC ; *2* – benzina RC + izomerizat C_5-C_6 ; *3* – benzina RC + alchilat propilenic.

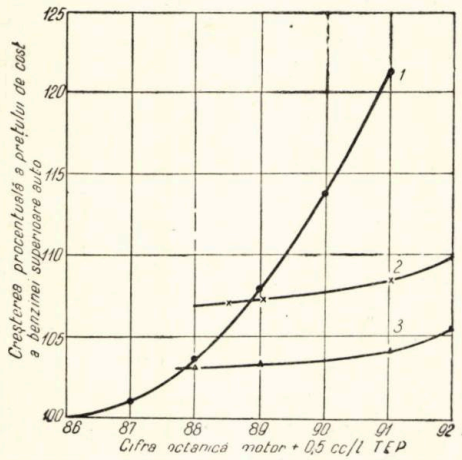


Fig. 3. Corelaţie între creşterea preţului de cost al benzinei superioare auto şi COM. Bază de comparaţie COM 86 :

1 – benzina RC + fr. uş. CC ; *2* – benzina RC + alchilat propilenic.

cifra octanică F-2 (motor). Preţul de cost al izomerizatului şi alchilatului creşte mult mai repede în cazul cifrei octanice F-1 decît în cazul cifrei octanice F-2, pe cînd în cazul fracţiunii uşoare CC creşterea este aproape aceeaşi pentru ambele cifre octanice. Din această cauză, izomerizatele şi alchilatele dau benzine cu preţ de cost mai scăzut la senzitivităţi mici.

În calculul preţului de cost s-a presupus că benzina superioară va avea în R.P.R. cifra octanică F-1 cuprinsă între 97 şi 100. În preţul de cost al benzinei superioare s-au inclus : materia primă la preţul de cost, cheltuielile de prelucrare şi costul etilării (preţuri actuale).

Termenul de comparare ales de noi fiind cifra octanică F-1, pentru motivele expuse mai sus se va compara economicitatea procedeelor pe baza cifrei octanice F-1. Indiferent de procedeele folosite, cu cît ridicăm cifra octanică a benzinei, preţul de cost creşte. Creşterea este lentă de la COC 95 pînă la COC 97 (panta curbei 0,3) şi rapidă de la COC 97 la COC 100 (panta curbei 2,1). Pentru aceste motive s-a ales punctul COC 97 ca termen de comparare a preţului de cost pentru benzina superioară auto.

Astfel, pentru a ridica cifra octanică de la 95 la 97 F-1 preţul de cost creşte cu 1,2 % pe unitatea de cifră octanică cercetări (F-1), pe cînd între 97 şi 100 F-1 preţul de cost creşte cu 7,3 % pentru aceeaşi unitate (fig. 2) , iar creşterea medie a preţului de cost între 95 şi 100 este de 4,9% pe unitatea de COC. De la 99 la 100 COC preţul de cost creşte de patru ori mai mult decît de la 97 la 98 COC şi de trei ori mai mult decît creşterea medie a preţului de cost între 97 şi 100 COC (fig. 3).

Folosirea cracării catalitice la prepararea benzinei auto de calitate superioară este mai economică decît izomerizarea pînă la COC 99.

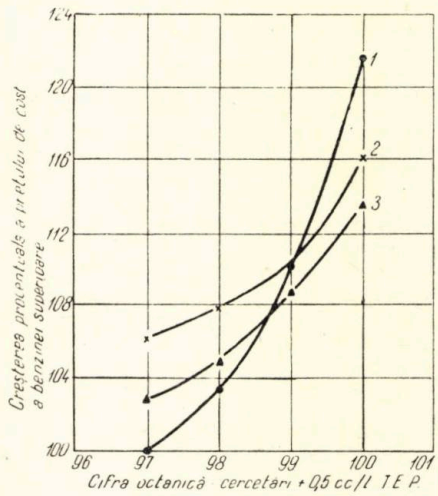


Fig. 4. Creşterea preţului de cost al benzinei superioare auto în funcţie de COC. Bază de comparaţie COC = 97 :

1 – benzina RC + fr. uş. CC ; *2* – benzina RC + izomerizat C_5C_6 ; *3* – benzina RC + alchilat propilenic.

Dacă se urmăreşte obţinerea unei cifre octanice F-1 mai mare decît 99, cracarea catalitică devine mai scumpă decît izomerizarea. Astfel, pentru a ridica cifra octanică de la 99 la 100 F-1 creşterea preţului de cost este de două ori mai mare în cazul cracării catalitice decît în cazul izomerizării (fig. 4). Cînd nu se dispune de alţi componenţi cu cifră octanică ridicată (exemplu extracte aromatice), este necesar să se introducă alchilarea pentru a umple golul din curba de distilare a benzinei lăsat de diferenţa

dintre punctele de fierbere ale izomerizatului şi reformatului.

Benzina auto cu COC 98 se poate prepara fără izomerizare folosind reformarea şi cracarea catalitică, însă în acest caz senzitivitatea este mare (9 la 10), iar consumul de TEP este mai mare decît 0,6 ml/l (tabela 6).

Pentru a scădea senzitivitatea sub 8 şi a micşora consumul de TEP va trebui să se recurgă la izomerizare şi alchilare, însă în acest caz preţul de cost creşte cu 1—3% faţă de cracarea catalitică (tabela 6). Cantitatea de TEP poate fi scăzută şi mai mult, şi anume cu 50—70%, adîncind reformarea catalitică, însă în acest caz preţul de cost creşte cu 3—6% faţă de cracarea catalitică (tabela 6).

În condiţiile cerute de fişele de calitate, benzina auto cu COC 100 nu se poate fabrica numai prin reformare şi cracare catalitică, chiar dacă se adînceşte reformarea catalitică pînă la obţinerea unei benzine de reformare catalitică cu COC 98 (tabela 3). Pentru prepararea acestei benzine va trebui să se recurgă la izomerizare şi alchilare. Amestecurile studiate în acest scop (tabela 7) au consumuri de TEP şi senzitivităţi mai mici decît cele cerute de fişele de calitate. Cel mai mic preţ de cost se obţine folosind pe lîngă reformarea catalitică alchilarea (tabela 7), însă în acest caz consumul de TEP depăşeşte 0,6 ml/l. Folosind pe lîngă reformarea catalitică fracţiunea uşoară de cracare catalitică, izomerizat şi alchilat, sau fracţiunea de cracare catalitică şi alchilat, pentru acelaşi preţ de cost consumul de TEP se poate reduce cu 17—20% (tabela 7). Întrebuinţarea unor cantităţi mari de izomerizat (15—30%) duce la preţuri de cost ridicate (tabela 7).

Tabela 6

CREŞTEREA PREŢULUI DE COST LA FABRICAREA BENZINEI SUPERIOARE AUTO 98 F-1 LUÎND CA BAZĂ CRACAREA CATALITICĂ (AMESTEC 5)

	Amestec nr.							
	5	11	12	10	6	14	15	13
Sursa componenţilor								
Cracarea catalitică (fr. 47 — 95°C), %	30	15	15	15	30	15	15	15
Izomerizarea (i-C_5 — C_6), %	—	—	7	15	—	—	7	15
Alchilarea (izoheptani), %	—	15	8	—	—	15	8	—
Reformarea catalitică (94 F-1), %	70	70	70	70	—	—	—	—
Reformarea catalitică (98 F-1), %	—	—	—	—	70	70	70	70
Benzina superioară auto								
TEP (ml/l)	0,64	0,55	0,56	0,59	0,21	0,24	0,17	0,24
Cifra octanică F-1	98	98	98	98	98	98	98	98
Senzitivitatea	9,1	7,3	7,2	7,1	8,7	6,7	7,0	6,8
Creşterea procentuală a preţului de cost	100	101	102	103	103	105	105	106,5

Tabela 7

CREŞTEREA PREŢULUI DE COST LA FABRICAREA BENZINEI SUPERIOARE AUTO CU CIFRA OCTANICĂ 100 F-1 LUÎND CA BAZĂ ALCHILAREA PROPILENICĂ (AMESTEC 8)

	Amestecul nr.				
	8	14	15	13	3
Sursa componenţilor					
Cracarea catalitică (fr. 47 — 95°C), %	—	15	15	15	—
Izomerizare (i - C_5 — C_6), %	—	—	7	15	30
Alchilare (izoheptani), %	30	15	8	—	—
Reformare catalitică (98 F-1), %	—	70	70	70	70
Reformare catalitică (94 F-1), %	70	—	—	—	—
Benzina superioară auto TEP (ml/l)	0,76	0,64	0,60	0,70	0,66
Cifra octanică F-1	100	100	100	100	100
Senzitivitate CO	5,5	6,4	6,2	6,4	5,2
Creşterea procentuală a preţului de cost	100	104,5	104,5	106,5	107,9

CONCLUZII

Din cele expuse reiese că este posibil să se prepare benzina auto de calitate superioară în mod economic pînă la COC 98, înlocuind parţial sau total izomerizatul C_5—C_6 cu fracţiunea uşoară de benzină de cracare catalitică.

Pentru fabricarea benzinei auto de calitate superioară cu COC 99—100 introducerea izomerizării şi a alchilării în profilul rafinăriilor este raţională şi necesară.

BIBLIOGRAFIE

[1] Timuş, M. şi Boldescu, G. *Consideraţii asupra metodelor moderne de determinare a puterii antidetonante.* În: Petrol şi Gaze, **12**, nr. 7, 1961.

[2] World. *Wide survey of motor gasoline quality.* The Associated Ethyl Comp. Ltd., London, apr. 1959.

[3] Nelson, W. L. În: Oil and Gas Journal, mai 1959.

365 dl 3/64
LEFORDITVA

C.Z. 621.643 : 621.791

Aspecte din tehnologia executării îmbinărilor sudate la conductele magistrale de gaze și produse petroliere

Ing. V. CAPBĂTUT

În țara noastră, conductele magistrale construite sau în curs de construcție au diametrele cuprinse între 153 și 300 mm, pentru cele care transportă țiței sau alte produse petroliere, și de 153 și 700 mm, pentru cele ce transportă gaze naturale, lungimea lor variind de la 20 pînă la 500 km. Conductele de țiței se construiesc pentru un regim de funcționare de 60—70 at, iar cele de gaze pentru 20—50 at. Țevile furnizate de fabricile producătoare din țară sau de peste hotare au lungimi de la 6 pînă la 12 m și grosimi de perete uzuale de 7—12 mm. Compoziția chimică curentă a materialului tubular este următoarea :

C	Mn	Si	$P_{max.}$	$S_{max.}$
0,11 — 0,23	0,1 — 0,6	0,3 — 0,9	0,045	0,05

Această compoziție chimică favorizează execuția îmbinărilor conductelor prin sudură electrică cu arc, manuală sau automată, fără măsuri speciale, atîta timp cît execuția se face la temperaturi mai mari de —8°C.

Proprietățile mecanice minime ale oțelurilor carbon folosite la conducte sînt următoarele : limita de curgere 22—40 kgf/mm²; rezistența la rupere 32—58 kgf/mm²; alungirea specifică 20—25 %.

În ceea ce privește tehnologia de fabricație a țevilor, acestea pot fi sudate longitudinal sau elicoidal din tablă laminată sau laminate la cald. Capetele țevilor sînt drepte sau, mai rar, prevăzute cu mufe filetate : cele drepte fiind șanfrenate la un unghi de 30—35°, avînd un inel frontal de 2—2,5 mm. Conducta asamblată este montată în teren la o adîncime medie de un metru de la suprafața solului. Deoarece în timpul exploatării conducta este supusă agenților corosivi, ea trebuie bine izolată pentru ca efectul coroziunii să fie minim în timp. În vederea aplicării izolației, țevile se curăță la luciu metalic cu mașini de curățat speciale. După curățare acestea se acoperă cu un strat subțire de grund pe bază de bitumen, după uscarea căruia se aplică un strat izolant. Grosimea stratului izolant depinde de felul izolației, variind între 4 și 12 mm, stabilindu-se în raport cu calitățile materialului izolant și cu agresivitatea solului în care se montează conducta respectivă. După transportarea țevilor pe traseu se asamblează conducta prin sudură electrică, lăsîndu-se în șanțul special pregătit. Așezarea conductei izolate în șanț se face cu ajutorul unor macarale montate pe tractoarele S 80 sau S 100 (lansatoare TL3). Înainte de darea în exploatare, conductele se probează cu aer

şi apă la presiuni cuprinse între presiunea de regim 1,25 şi 1,5 din presiunea de regim, pentru verificarea etanşeităţii şi rezistenţei.

În timpul exploatării, conductele sînt supuse unor solicitări complexe, cauzate de presiunea interioară a fluidului care se transportă, de variaţiile de temperatură din sol, de sarcinile mobile de deasupra solului care se transmit prin stratul de pămînt de acoperire, de tensiunile introduse cu ocazia procesului de montare şi, mai rar, de deplasările de teren, care măresc considerabil tensiunile în conducte, producîndu-se uneori şi ruperea acestora.

La fixarea grosimii de perete, se iau în considerare presiunea de regim (sau probă) şi calitatea şi tehnologia de fabricaţie a materialului tubular din care se va construi conducta respectivă. În consecinţă, pentru ca o conductă să aibă o mare siguranţă în exploatare este necesar a se lua la construirea ei cele mai severe măsuri pentru ca solicitările suplimentare cauzate de factorii amintiţi să fie cît mai mici posibil. Din cele menţionate reiese importanţa ce trebuie dată execuţiei îmbinărilor dintre ţevile ce compun conducta respectivă.

Pentru evitarea tensiunilor cauzate de variaţiile de temperatură, se practica asamblarea ţevilor prin manşoane elastice de dilatare, denumite „manşon Dresser". Manşoanele au fost montate la îmbinările dintre tronsoane (din 40 în 40 m), ţevile fiind asamblate în tronsoane prin sudură electrică.

Înălţimea stratului de pămînt care acoperă conducta nu este mai mică de 0,8 m. Practica construirii conductelor a demonstrat că, la o astfel de adîncime, temperatura medie în timpul anului are variaţii foarte mici, şi ca rezultat tensiunile din conductă, ca urmare a variaţiilor de temperatură, sînt minime.

Traversările aeriene se izolează termic şi se execută cu curbe de 45—90°, care să poată prelua variaţiile de lungime, datorită dilatării conductei.

În scopul micşorării tensiunilor cauzate de diferenţele de temperatură în procesul de lansare a conductei în şanţ, această operaţie se face la temperaturile cele mai scăzute ale zilei, pe timp de vară, şi la temperaturile cele mai ridicate, pe timp de iarnă (în nici un caz nu se lansează în şanţ la temperaturi sub — 5°C).

Pentru motivele arătate şi pentru că manşoanele de dilatare limitează exploatarea conductelor la presiuni de regim mici (25 kgf/cm²) această metodă a fost abandonată.

În sarcinile de plan ale I.M.C.M.-Braşov pe anii 1961 — 1962, s-a trecut la înlocuirea manşoanelor pe conducta cu îmbinări executate prin sudură electrică, lucrare determinată de frecvenţa defecţiunilor pe această conductă şi de necesitatea măririi presiunii de regim.

Cu ocazia demontării manşoanelor de dilatare, nu s-au constatat deplasări axiale de conductă, deşi conductele au fost montate în cursul anilor 1939—1940.

O altă metodă de îmbinare utilizată din lipsa agregatelor de sudură a fost îmbinarea ţevilor prin sudură autogenă. Calitatea inferioară a acestor îmbinări a făcut ca, o dată cu dotarea întreprinderilor cu agregate de sudură electrică, această metodă să fie complet abandonată.

În prezent, metoda care s-a impus şi care este utilizată la toate îmbinările în construcţie la montajul conductelor magistrale în ţara noastră este îmbinarea prin sudură electrică cu arc.

O îmbinare executată prin sudură electrică trebuie să aibă aceleaşi caracteristici mecanice ca şi metalul de bază din care sînt confecţionate ţevile de conductă, cordonul de sudură să fie perfect etanş, pentru a nu se produce scăpări de gaze sau lichide, iar compoziţia chimică a îmbinării sudate să varieze foarte puţin la trecerea spre materialul de bază.

Aceste condiţii se realizează uşor atît timp cît stabilirea electrozilor pentru îmbinarea diferitelor sortimente de material tubular se face în urma unor minuţioase probe de laborator, iar pe şantier se respectă tehnologia fixată.

Deşi din experienţa mai multor ani s-a constatat că cusăturile cap la cap sînt de bună calitate, caracteristicile mecanice nefiind inferioare materialului de bază, în construirea conductelor magistrale se practică şi îmbinarea „întărită", prin manşonarea sudurii cap la cap. Aceste îmbinări se aplică în porţiunile greu accesibile prin care trece conducta respectivă, ca: traversări în tub de protecţie, traversări aeriene şi subterane de ape mari, treceri cu conducta pe lîngă centre populate etc. Manşonările sudurilor cap la cap pentru „întărirea" îmbinărilor nu îşi au logica bine documentată. Dimpotrivă, manşoanele aplicate prin sudură electrică măresc consumul de material, micşorează productivitatea execuţiei, în acelaşi timp introducînd la îmbinări tensiuni interne destul de complexe, care scad caracteristicile îmbinării în comparaţie cu cele cap la cap.

Considerăm necesar să se ajungă la un punct de vedere comun între proiectanţi şi constructori, pentru renunţarea la această operaţie de „întărire" prin manşoane.

Calitatea electrozilor şi a mijloacelor actuale de control nedistructiv al îmbinărilor sudate nu justifică continuarea acestei execuţii.

La montajul conductelor magistrale în ţara noastră, tehnologia de îmbinare a ţevilor în firul conductei diferă într-o oarecare măsură de cea folosită în alte ţări.

Sudarea conductei se face de către două echipe distincte: o echipă de sudaj, care îmbină ţevile în tronsoane de lungimi cuprinse între

30 și 80 m în funcție de specificul terenului, și o echipă de montaj care îmbină tronsoanele între ele în fir.

Tronsoanele se asamblează chiar la locul de montare a conductei. (În Uniunea Sovietică, tronsoanele cu lungimea de 25—40 m se construiesc în baze fixe și se transportă apoi pe traseul conductei cu remorci speciale.)

Îmbinarea tronsoanelor în firul conductei se face prin două metode:

— îmbinarea tronsoanelor în firul conductei pe marginea șanțului și montarea în șanț după metoda de lansare a conductei în fir continuu;

— montarea conductei tronson cu tronson și sudarea tronsoanelor în șanț.

Pînă în anul 1959 s-a folosit numai metoda de montare a conductelor tronson cu tronson și sudarea tronsoanelor în șanț.

Această metodă s-a aplicat pentru următoarele considerente:

— teama împotriva tensiunilor ce se introduc în conductă datorită diferențelor de temperatură și procesului de montare;

— întreprinderile nu dispuneau de suficiente macarale pe șenile (lansatoare TL3), care sînt necesare la lansarea conductei în fir continuu;

— întreprinderile nu aveau suficienți sudori „de poziție" pentru executarea îmbinărilor dintre tronsoane. La prima metodă este necesară executarea completă a sudurii înainte de lansarea conductei în șanț. La cea de-a doua, operațiile de lansare a tronsoanelor se pot face fără ca îmbinările între tronsoane să fie executate. Astfel, o secție de montaj dispunea de un sudor electric care, dotat cu agregat de sudură și mijloc de deplasare (tractor), executa îmbinările dintre tronsoane în urma echipei de montare a tronsoanelor. Această metodă, pe lîngă faptul că nu este economică, nu este nici de calitate.

Pentru realizarea cuplării în șanț, fiecare tronson era prevăzut cu mufe realizate prin aplicarea prin sudură a unui manșon la cîte un capăt de tronson. Aplicarea și sudarea manșonului se făceau o dată cu execuția îmbinărilor cap la cap între țevi.

După lansarea tronsoanelor în șanț și cuplarea lor cu conducta montată se executau gropi de poziție, se forja manșonul pe capătul tronsonului cuplat, și, apoi, se executa sudura de poziție. Sudura de colț astfel executată este mult inferioară sudurii de poziție cap la cap.

Dacă din probele practice de laborator se constată că o sudură cap la cap, în ceea ce privește rezistența ei, nu este inferioară celei a materialului tubular, o sudură de colț executată la poziție este de circa 1,76 ori mai slabă decît o sudură cap la cap.

În urma studierii tehnologiei de construire a conductelor magistrale, aplicată de constructorii sovietici, în cursul anului 1959 începe să se introducă și să se generalizeze metoda de lansare a conductei în fir continuu. Prin aplicarea acestei metode, pe lîngă reducerea prețului de cost al investițiilor, s-a îmbunătățit în mod radical calitatea globală a sudurilor la conducte.

Îmbinările dintre tronsoane se efectuează deasupra solului, prin suduri electrice cap la cap. Condițiile de muncă ale sudorului fiind optime, indicele de calitate la sudurile de poziție a crescut în mod simțitor. Acest lucru este confirmat de buna comportare a îmbinărilor conductelor, la probele de presiune și în exploatare.

În cursul anilor 1959—1961, I.M.C.M.-Brașov a montat circa 880 km conductă prin metoda firului continuu, la care s-au executat circa 22 000 îmbinări prin sudură cap la cap la poziție.

Cu ocazia probelor de presiune și în cursul acestei perioade de exploatare nu s-a constatat nici un defect de sudură.

Metoda de lansare a conductelor magistrale în fir continuu a dus la economisirea a 440 000 kg platbandă de oțel de 200×10, care se folosea la confecționarea manșoanelor pentru îmbinările de poziție.

În execuția îmbinărilor cap la cap la conducte, se utilizează pe scară largă inelele interioare denumite „niplu", servind ca suport pentru baia de sudură a primului strat.

Încercările noastre de a elimina niplul din tehnologia de îmbinare au dat parțial rezultate. Eliminarea niplurilor la îmbinărilor dintre țevi este o problemă de studiu și experimentare și în alte țări. Pentru execuția rădăcinii sudate fără niplu, în cazul sudării cu arc electric, sînt necesari suporți speciali demontabili. Dispozitivul-suport trebuie manevrat în interiorul tronsonului la fiecare îmbinare în parte și comandat din afară. Aplicarea acestui dispozitiv este incomodă pentru diametre mici de conductă. În mod curent, diametrele de conductă care se montează nu întrec 500 mm.

Fără dispozitivul-suport, sudura cap la cap a îmbinărilor dintre țevi (fără niplu interior) este posibilă numai printr-o înaltă specializare practică a sudorilor care execută astfel de îmbinări.

Tehnologia îmbinării cap la cap fără niplu interior se impune obligatoriu la conductele de transportat țiței sau alte produse petroliere, la care suprafețele interioare trebuie să fie perfect netede, pentru trecerea godevilului și pentru micșorarea rezistențelor hidraulice.

I.M.C.M. a montat pînă în prezent două mari conducte magistrale de produse petroliere. Dacă la prima conductă îmbinările au fost realizate cu manșoane exterioare aplicate la fiecare sudură în parte, la a doua conductă, montată în

cursul anului 1961, îmbinările au fost făcute fără manşoane exterioare, prin suduri simple cap la cap, care, în urma probelor hidraulice de rezistenţă, la 85 atmosfere s-au comportat bine. Traversările de apă însumînd 9 km conductă au fost probate la 90—100 at.

Execuţia sudurilor a fost posibilă datorită folosirii unor electrozi de calitate (Böhler Fox şi OK 48) şi concentrării la lucrarea respectivă a celor mai buni sudori pe care i-a avut întreprinderea.

I. PROCEDEELE UTILIZATE ÎN ŢARA NOASTRĂ DE EXECUŢIE A ÎMBINĂRILOR SUDATE LA CONDUCTELE MAGISTRALE

Pentru sudura de îmbinare circulară de la conducte, în ţara noastră se aplică următoarele procedee de sudură:

a) sudura electrică manuală cu ajutorul generatoarelor de sudură mobile, deplasabile de la o sudură la alta;

b) sudura electrică automată sub strat de flux în staţii fixe pentru îmbinarea „paşilor";

c) sudura electrică automată sub strat de flux pe traseu cu ajutorul unei instalaţii mobile, pentru îmbinarea ţevilor în tronsoane.

Deşi la prima vedere execuţia îmbinărilor dintre ţevi pare simplă, tehnologia este totuşi îngreuiată, datorită unor serii de factori specifici, dintre care cel mai important este faptul că execuţia se desfăşoară pe traseu, în cîmp deschis şi depinde tot timpul de condiţiile de teren şi atmosferice. Metoda de sudură folosită trebuie să fie simplă, să nu pretindă instalaţii complicate şi grele şi să asigure o înaintare ritmică a lucrării. Utilajele folosite la execuţia sudurilor trebuie să fie uşor deplasabile pe terenuri deschise, de diferite configuraţii. Deficienţele care apar în execuţia îmbinărilor cap la cap dintre ţevi sînt mărite şi de toleranţele de fabricaţie a ţevilor, care se amplifică în procesul tehnologic.

De la uzina producătoare pînă la şantier, ţevile urmează un drum destul de lung, în care sînt supuse multor manevre care produc ştirbirea capetelor şi ovalizări. Aceste ovalizări (turtiri) capătă uneori valori destul de mari, pentru eliminarea cărora sînt necesare operaţii suplimentare de calibrare. Toate măsurile ce se iau în acest sens nu înlătură total aceste deficienţe, mai ales pentru diametre de conductă mai mari de 14 3/4".

O centrare dintre două ţevi trebuie să fie perfect coaxială, unghiurile la cuplare provocînd tensiuni suplimentare pe anumite porţiuni ale cordonului sudat. Practic este greu să se realizeze această condiţie şi de aceea interstiţiile dintre capetele ţevilor nu prezintă aceleaşi mărimi pe toată lungimea îmbinării.

Pentru a se realiza o sudură de calitate, este necesar ca luftul să fie apropiat de diametrul electrodului luat fără pastă. La execuţia primului strat, folosindu-se electrozi de Ø = 3 mm, s-a fixat un interstiţiu mediu de 3—4 mm.

Ţinînd seamă că planul de tăiere a capetelor ţevilor nu este totdeauna perpendicular pe axa ţevilor, interstiţiul oscilează în mod normal în intervalul 2,5—5 mm.

După curăţarea capetelor ţevilor, acestea se aşază pe role, se centrează şi se rectifică pe dispozitivul de calibrare. Urmează apoi operaţia de copciere, care constă în introducerea unui niplu de oţel în interiorul capetelor ţevilor şi prinderea acestuia de ţevi prin puncte de sudură. Niplul interior se confecţionează din oţel cu grosimea de 3—5 mm şi lăţimea de 40 mm.

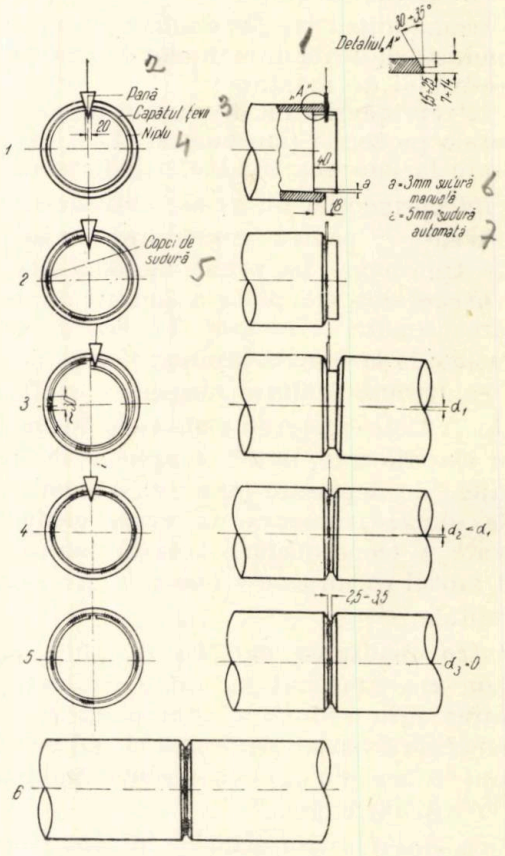


Fig. 1. Tehnologia de centrare a ţevilor cu ajutorul niplului de oţel.

Succesiunea operaţiilor este următoarea (fig. 1):

1) se introduce niplul la capătul firului conductei sau al ţevii, după care se umflă cu pana;

2) Se copciază pe jumătate din circumferinţa ţevii jumătate din niplu, în trei puncte de sudură, după care se scoate pana;

3) se presează cu pana jumătatea de niplu rămasă necopciată şi se cuplează ţeava (sau tronsonul);

4) se lasă un luft de 8—10 mm, se scoate pana afară şi se introduce în tăietură niplul, umflîndu-se din nou prin batere cu ciocanul;

5) se copciază şi această jumătate de niplu la primul capăt de ţeavă şi se fixează interstiţiul (luftul) de 2,5—3,5 mm, numărîndu-se coaxilitatea celor două capete de ţeavă, după care se copciază global îmbinarea în 3—4 puncte de sudură.

După efectuarea acestor operaţii, îmbinarea provizorie se consideră terminată şi se începe procesul de sudură propriu-zis, în care scop se aplică trei straturi de sudură manuală.

În cazul îmbinărilor dintre ţevi fără niplu interior, centrarea se face cu ajutorul unui dispozitiv centrator exterior, după care se execută cordonul de sudură în trei straturi, de către sudori de foarte înaltă specializare, folosindu-se electrozi speciali.

Pe linia însuşirii procedeelor tehnologice noi, în anul 1958 se instalează prima linie automată de sudură în staţie fixă pentru îmbinarea a două ţevi scurte, formînd un tronson denumit „pas" în lungime maximă de 14 m. Se realizează în felul acesta primele îmbinări circulare sudate automat la conductele magistrale de gaz metan în ţara noastră. (La instalaţie s-au folosit ţevi de fabricaţie sovietică de Ø = 20 3/4" × 7 mm şi lungimea medie de 6 m.)

Începînd din anul 1962, sudura automată la conducte începe să capete o dezvoltare tot mai mare, mărindu-se numărul de staţii fixe de sudură automată, ceea ce a dus la înlocuirea unui procent însemnat de suduri manuale prin sudură automată sub strat de flux. Instalaţia de sudură automată în staţie fixă realizată în întreprinderea noastră este reprezentată schematic în figura 2. Ţevile scurte cu diametrul de 20 3/4" × 7 sînt depozitate în două şiruri pe rampele R_1 şi R_1'. La capătul acestor rampe se găseşte instalată rampa R_2 prevăzută cu role, unde se realizează îmbinările provizorii.

Înainte de efectuarea acestei operaţii se calibrează capetele ţevilor pe dorn, prin forjarea la rece pentru ovalizări mici şi chiar la cald cu încălzitoare oxiacetilenice pentru ovalizări ce depăşesc 3—4 mm. Îmbinările provizorii se execută prin copcieri de sudură în trei-patru puncte egal depărtate între ele pe circumferinţa ţevii, pe niplu de oţel cu grosimea de 4—5 mm.

Ţevile îmbinate provizoriu se manevrează pe rampa intermediară R_3, de unde se rostogolesc pe căruciorul C al liniei de decovil L, care se manevrează în aşa fel încît să se potrivească rostul ce va fi sudat în dreptul aparatului automat (fig. 3).

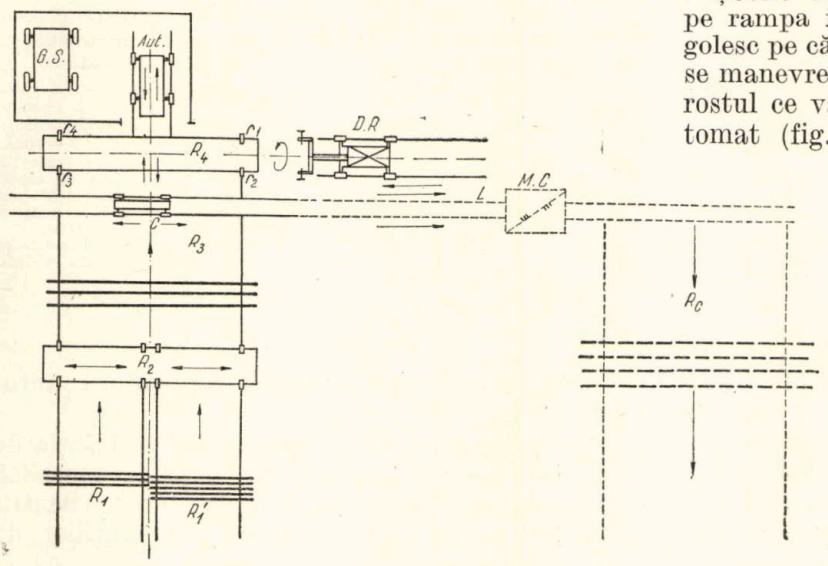


Fig. 2. Schema liniei automate pentru sudarea ţevilor de Ø 20 3/4" × 7 mm în staţie fixă:

G.S. — generator de sudură electrică; automat de sudură electrică; *D.R.* — dispozitiv de rotire; r_1, r_2, r_3, r_4 — role de cauciuc; R_4 — rampă de sudură automată; *C* — cărucior; *L* — pîlnia căruciorului; *M.C.* — maşina de curăţat; R_1 — R_1' — rampă pentru ţevi scurte; R_2 — rampă pentru centrare; R_3 — rampă cu ţevi centrate şi îmbinate provizoriu; R_C — rampa staţiei de izolare.

De pe cărucior ţeava se rostogoleşte pe rolele de cauciuc r_1, r_2, r_3, r_4, plasîndu-se în faţa automatului.

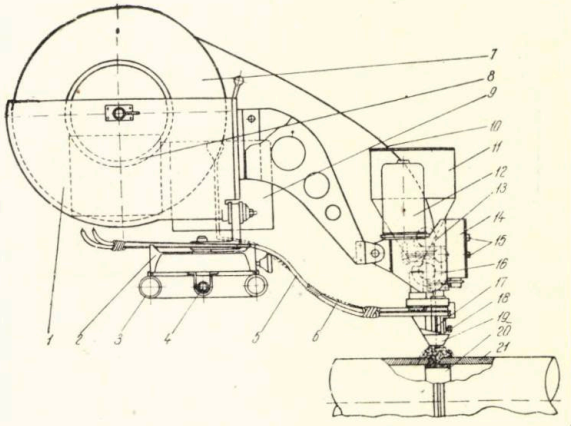


Fig. 3. Cap automat de sudură:

1 — casetă sîrmă; *2* — căruciorul automatului; *3* — consola; *4* — colier asigurare; *5* — cabluri de sudură 2 × 120 mm²; *5* — cablu de comandă; *7* — tobă sîrmă; *8* — blocul de amorsare cu I.F.; *9* — panou de comandă şi control al procesului de sudură; *10* — sîrmă sudură; *11* — buncăr flux; *12* — motor electric universal pentru avansul sîrmei P = 80 W 24 V; *13* — paleta de deschidere a fluxului; *14* — reductor cu melc; *15* — reglajul mecanic al sîrmei; *16* — rolă motoare de antrenare a sîrmei; *17* — bacuri de cupru; *18* — şurub de reglaj al presiunii bacurilor; *19* — lulea; *20* — niplu; *21* — tronson.

Se manevrează mandrina rotitorului DR la capătul ţevii, fixîndu-se prin trei bacuri.

Se reglează prin diferite comenzi capul de sudură automată, pînă cînd axul sîrmei de sudat este plasat pe îmbinare. Micile deplasări ale aparatului în lungul ţevii se realizează cu ajutorul comenzilor aparatului automat. După efectuarea a două straturi suprapuse de sudură, îmbinarea se consideră terminată, şi pasul de conductă obţinut este deplasat mai departe pentru executarea altor operaţii legate de procesul de montare; în locul lui se aduc alte ţevi, în vederea îmbinării.

tul anului 1961 un procedeu original de sudură automată direct pe traseu, de-a lungul şanţului săpat pentru lansarea conductei. Astfel automatul de sudură „Ellira" a fost adaptat condiţiilor de sudură pe traseu, construindu-se o instalaţie specială în acest scop. Instalaţia (fig. 4) se compune din două părţi principale:

1) dispozitivul de rotire a tronsoanelor cu acţionare de la capătul tronsonului printr-o mandrină exterioară (fig. 5);

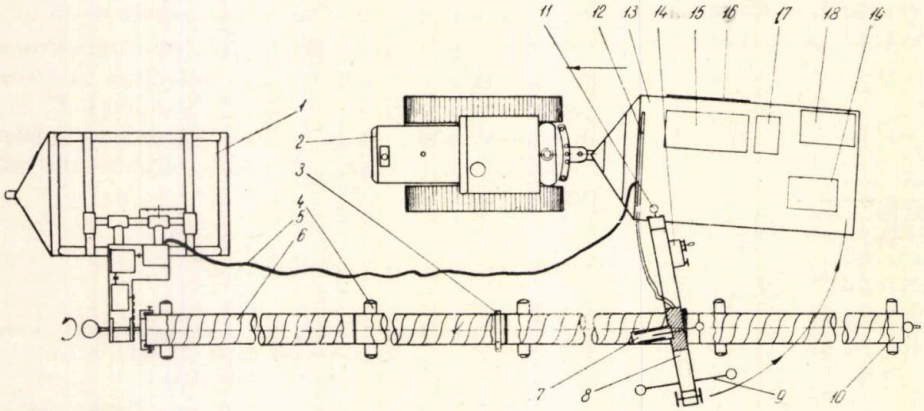


Fig. 4. Schema executării sudurilor electrice la tronsoane cu instalaţia automată:

1 — rotitor; *2* — tractor S 80; *3* — coliere de conectare a polului la tronson; *4* — role; *5* — cablu de alimentare a motorului electric; *6* — tronson; *7* — aparat automat; *8* — consolă; *9* — picioare de fixare a consolei; *10* — ţăruş de capăt; *11* — pivot; *12* — panou electric; *13* — cabină; *14* — panou de comandă şi reglaj al rotitorului; *15* — grupul de sudură; *16* — oblon de aerisire; *17* — locaş pentru acumulatoare; *18* — dulap; *19* — ladă cu flux.

Productivitatea maximă pentru suduri executate în staţie fixă cu această instalaţie este de 50 suduri/schimb pentru conductă de Ø=20 3/4", faţă de maximum 10 suduri/schimb prin sudură manuală, de unde se vede o creştere destul de mare a productivităţii prin introducerea acestei metode.

2) instalaţia propriu-zisă de sudură automată (fig. 6).

Atît dispozitivul de rotire cît şi instalaţia de sudură sînt plasate pe cîte o sanie metalică confecţionată în aşa fel încît să se preteze pentru ambele sensuri de înaintare a operaţiilor de montaj la conducte.

Deplasarea rotitorului de la un tronson la altul şi a instalaţiei de la o sudură la alta se face cu ajutorul unui tractor S 80.

Deplasarea se face pe frontul de lucru obişnuit, fără depăşirea acestuia.

Legătura electrică dintre motorul electric al rotitorului şi instalaţie este realizată printr-un cablu monofilar de sudură de 50 mm², avînd o

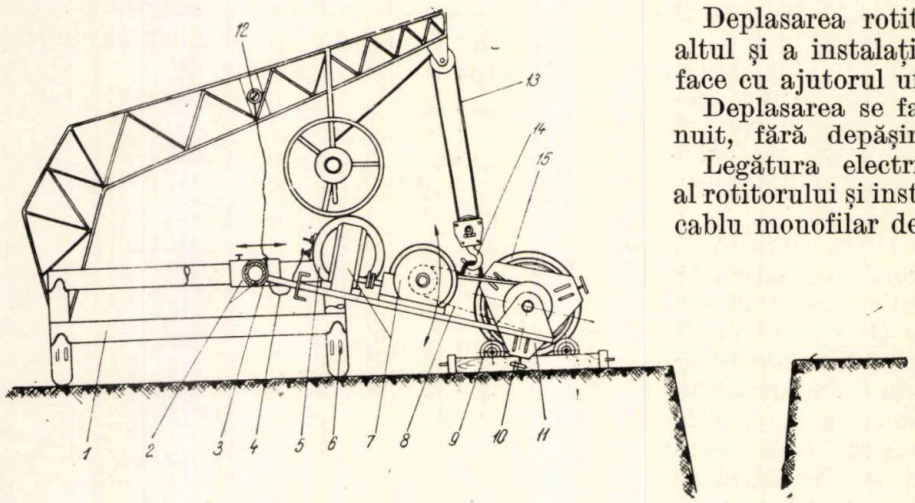


Fig. 5. Dispozitivul de rotire a tronsoanelor:

1 — sanie metalică din ţeavă ∅ 5 3/4"; *2* — culise; *3* — şuruburi de blocare; *4* — cablu de alimentare a motorului electric; *5* — motor electric; *6* — urechi de prindere a protapului; *7* — reductoare cu melc; *8* — lanţ gal ∅ 1"; *9* — role duble; *10* — şuruburi de fixare; *11* — mandrină de fixare; *12* — bornă de legătură pentru cablu; *13* — cablul macaralei; *14* — cîrlig; *15* — tronson;

Schema staţiei fixe de sudură aplicată la I.M.C.M.-Braşov este în continuă perfecţionare; îndeosebi se acordă atenţie micşorării timpilor la operaţiile auxiliare legate de manevrarea ţevilor.

În scopul extinderii sudurii automate la conducte, ţinînd seama că execuţia sudurilor automate în staţii este limitată de caracteristicile dimensionale ale materialului tubular, I.M.C.M.-Braşov a experimentat încă la începu-

lungime de 80 m, pentru a se putea suda tronsoane cît mai lungi.

Dispozitivul de rotire a tronsonului este acţionat de un motor electric cu putere de 2 kW, cu alimentare de la agregatul de sudură, legat la mandrina rotitoare printr-un reductor combinat, cu raportul de demultiplicare 1 : 8 000.

Sistemul de rotire este astfel plasat pe sania-suport încît mandrina rotitoare să poată fi reglată în spaţiu după poziţia capătului tronso-

nului, fără amenajări speciale. Reglajul se realizează cu ajutorul unui troliu plasat comod pe un cadru metalic fixat pe sanie și permite deplasarea în plan vertical.

— panoul de comandă și control al procesului de sudură, fixat pe un perete lateral al cabinei;

— blocul de comandă și reglaj al rotației tronsonului, fixat lateral pe consolă;

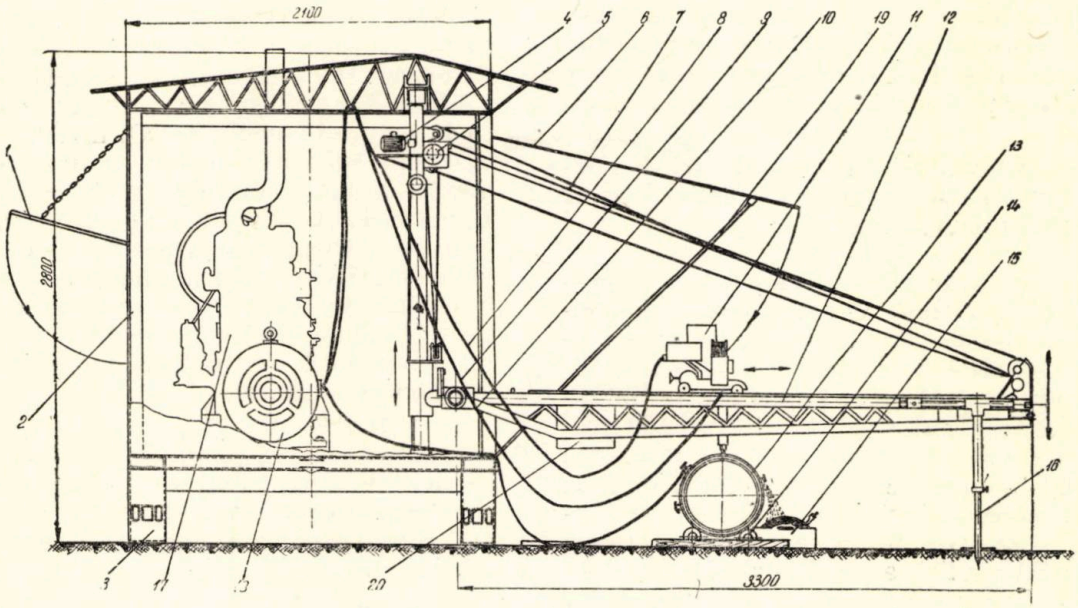


Fig. 6. Instalația propriu-zisă de sudură automată:

1 — oblon de aerisire; *2* — cabină; *3* — sanie; *4* — motor electric pentru reglajul consolei; *5* — reductor cu melc — tobă troliu; *6* — oblon de protecție rabatabil; *7* — cablu ∅ 8 mm pentru comanda consolei; *8* — cablu de conectare a aparatului la rețea (cu 10 fire); *9* — cablu de conectare a aparatului cu polul + (2×120 mm²); *10* — cablu de conectare a polului — la tronson (2 × 120 mm²); *11* — aparatul automat de sudură electrică sub strat de flux (DUS seria 5 E VIII D procedeul Ellira); *12* — consolă; *13* — colier de conectare a polului — la tronson; *14* — role duble; *15* — ladă pentru flux; *16* — picioare telescopice de fixare a consolei în timpul lucrului; *17* — motor Diesel (răcire cu aer Deutz-Diesel A 4154-55 CP); *18* — generator sudură 800 A; *19* — tijă de asigurare; *20* — pupitru de comandă și control al rotirii tronsonului.

Deplasarea pe direcția tronsonului și transversal tronsonului se poate realiza cu ajutorul unei pîrghii. Aceste reglaje au fost prevăzute pentru a se reduce la minimum timpul necesar fixării mandrinei la capătul tronsonului. Dispozitivul de reglaj longitudinal este capabil să preia deplasarea tronsonului în timpul rotației, chiar dacă acesta ar avea o mărime de 300 mm.

Fixarea dispozitivului de rotire la capătul tronsonului se poate realiza într-un timp cuprins între 0,5 și 2 min. Experiența utilizării acestei instalații a arătat că rotitorul poate roti tronsoane pînă la o lungime de 100 m.

Rotația se face pe role de metal amenajate simplu de-a lungul traseului, variația vitezei este mică de la un tronson la altul și se păstrează în limitele stabilite ale vitezei de sudură.

Instalația de sudură automată se compune din următoarele părți:

— grupul de sudură fixat în interiorul cabinei deplasabile, fixate pe sanie;

— capul de sudură fixat pe o consolă lungă de 3 m reglabilă în spațiu pentru a aduce capul automat deasupra îmbinării ce urmează a fi executată. Consola are posibilitatea de a se roti în jurul unui pivot, fixat într-un colț al cabinei, în așa fel încît după terminarea lucrului sau în caz de intemperii să poată fi retrasă în cabină (fig. 6).

—brățările de curent care se fixează succesiv de la o sudură la alta, realizînd conectarea polului minus la tronson.

Echipa de sudură automată care deservește instalația pe traseu se compune dintr-un sudor automatist, 2 — 3 muncitori auxiliari și un tractorist.

Datorită greutății mari a tronsoanelor, sudurile longitudinale sau elicoidale nu au influență prea mare asupra desfășurării procesului de sudură, deficiență care s-a semnalat îndeosebi la sudarea pașilor în stație fixă, pentru care a fost necesară înlocuirea rolelor de metal cu role de cauciuc.

Rezultatele bune obținute în prezent cu instalația de sudură automată pe traseu au făcut ca în cursul anului 1961 încă un șantier să fie dotat cu o asemenea instalație. Perfecționarea acestei metode și extinderea ei sînt o preocupare continuă și pe viitor.

Aplicarea sudurii automate la I.M.C.M.-Brașov este în continuă creștere. Cu ajutorul automatelor de sudură sub strat de flux s-a executat un număr global de 21 000 îmbinări la conducta cu diametrul de 20 3/4″ × 7 mm, ceea ce revine la 21 000 × 1,64 = 34 500 m cordon sudură în două straturi.

Din numărul total s-au executat: 9 476 îmbinări în stații la formarea pașilor, ceea ce revine la 9 476 × 12 = 113 712 m conductă sudată în

stație și 2 160 îmbinări pe traseu la formarea tronsoanelor, adică 2 160 × 12 = 25 820 m conductă sudată pe traseu (lungimea medie a unei țevi = 12 m).

Productivitatea execuției automate a sudurilor la tronsoane pe traseu este mai mică decît la execuția în stație fixă, însă stă în același raport ca și execuția în stație față de execuția manuală a sudurilor la tronsoane pe traseu.

UNELE PROCEDEE NOI DE ÎMBINARE PRIN SUDURĂ A CONDUCTELOR MAGISTRALE, CU PERSPECTIVE DE APLICARE LA I.M.C.M.–BRAȘOV

Executarea sudurilor la conductele magistrale este în continuă dezvoltare și perfecționare, preocuparea continuă fiind de a se perfecționa metodele de sudură și a se mări calitatea sudurilor executate. Ținînd seamă de îmbunătățirea calificării sudorilor și a calității electrozilor de sudură, se poate pune problema eliminării niplului de oțel interior sudat în dreptul fiecărei îmbinări la conductele magistrale de gaze. Niplul de oțel interior ridică rezistența hidraulică a conductei și reprezintă un consum de material suplimentar. Deși aceste neajunsuri sînt evidente, îmbinarea cu niplu are încă o răspîndire mare, datorită simplității și productivității mari la operațiile de îmbinare.

S-au făcut încercări pentru a se găsi cele mai bune metode de sudură fără niplu de oțel interior. În acest scop s-a propus și s-a experimentat și pe șantierele noastre sudura pe niplu de cupru, care se fixează cu ajutorul unei pîrghii în dreptul fiecărei îmbinări și se îndepărtează după ce primul strat de sudură a fost executat manual.

Această metodă nu a luat dezvoltare datorită operațiilor suplimentare complicate legate de fixarea dispozitivului cu niplu la îmbinare.

Metoda de sudură în mediu gazos de CO_2 începe să fie utilizată la îmbinarea fără niplu a conductelor. În acest sens institutele Paton și VNIIST din U.R.S.S. au construit semiautomate de sudură în mediu de CO_2 în două variante: ca utilaj staționar pentru sudura pe învîrtite pentru formarea pașilor în stație fixă și sub forma utilajelor mobile cu două posturi de sudură pentru sudarea la poziție pe traseu a îmbinărilor. Executarea îmbinării se face de către o echipă de lucru care deține un utilaj mobil pentru sudură în mediu de CO_2, un lansator, unul sau două centratoare exterioare și sculele de montaj necesare.

În U.R.S.S. și S.U.A. s-au realizat și automate de sudură în mediu de CO_2 la poziție (țeava fixă). Automatul se rotește pe țeavă cu ajutorul unui motor electric și a unui reductor, care permit realizarea unei viteze periferice pe îmbinare cu o viteză de 3—20 m/h.

Datorită particularității sudurii în mediu de CO_2, nu s-au observat incluziuni de gaze sau de zgură, ci numai un minim admisibil de porozități. Metoda de sudură în mediu de CO_2 se consideră a fi o perspectivă în sudarea conductelor.

Perfecționarea metodelor de lucru existente și introducerea celor mai avansate metode de lucru vor constitui în viitor o preocupare continuă a cadrelor tehnice din I.M.C.M.-Brașov.

Cronică

Al VI-lea Congres mondial de petrol

Între 19 şi 26 iunie 1963 se va ţine în oraşul Frankfurt/Main al VI-lea Congres mondial de petrol (Congresul al V-lea s-a ţinut la New York în anul 1959).

Pe ordinea de zi a congresului sînt înscrise trei conferinţe generale, patru referate de sinteză şi 247 de referate tehnice, după cum urmează :

a) **Conferinţe generale**

1. A. Giraud, director general adjunct al Institutului francez de petrol : „Progrese ştiinţifice şi evoluţia industrială în domeniul petrolului".

2. J. H. Loudon, preşedinte al grupului Shell, Olanda : „Intensificarea ritmului dezvoltării tehnologice".

3. M. J. Rathbone, preşedinte al grupului Standard Oil din New Jersey, S.U.A. : „Contribuţia petrolului la civilizaţie în trecut şi în viitor".

b) **Referate de sinteză**

1. L. G. Weeks, Canada : „Explorare".

2. G. Roberts, S.U.A. : „Foraj şi producţie".

3. W. Thies, R.F.G. : „Rafinare şi petrochimie".

4. C. B. Davies, Anglia : „Utilizarea produselor petroliere".

Referatele de sinteză, la fel ca şi cele principale, vor fi astfel comunicate în timp încît să poată fi audiate de toţi participanţii la congres.

c) **Referate tehnice**

O primă repartizare pe ţări a 240 de referate tehnice din numărul total stabilit se poate vedea în tabela de mai jos :

Ţara	Nr. ref.	Ţara	Nr. ref.
Argentina	1	Olanda	15
Belgia	4	Austria	5
Brazilia	1	Pakistan	1
Canada	8	Peru	1
Chile	1	Filipine	1
Columbia	1	R. P. Polonă	1
Danemarca	1	Portugalia	1
R. F. Germană	23	R. P. Romînă	1
Franţa	24	Suedia	1
Grecia	1	Elveţia	1
Anglia	23	Spania	1
India	1	Trinidad	1
Iran	3	Turcia	1
Israel	1	R. P. Ungară	1
Italia	16	S.U.A.	67
Japonia	3	U.R.S.S.	19
R.S.F. Iugoslavă	1	Venezuela	6
Mexic	2	Alte ţări	1

La congres, referatele tehnice vor fi prezentate auditorilor în rezumate de 15 minute care vor fi urmate de discuţii de 25 minute fiecare. Din aceste referate, 138 vor fi prezentate şi discutate în şedinţele secţiilor (8 secţii ale congresului), iar 109 referate tehnice în cadrul a 14 simpozioane.

d) **Simpozioane**

Pentru prima dată în istoria congreselor mondiale de petrol se vor ţine simpozioane, denumite, pentru o mai bună înţelegere, „panel disscusion", care vor avea drept scop să asigure participarea unor savanţi şi tehnologi eminenţi la dezbaterile congresului, precum şi a specialiştilor din domenii speciale de activitate, pentru ca prin aceasta să se ridice nivelul tehnic al congresului şi să se realizeze progrese în industria mondială a petrolului.

Fiecare simpozion va consta dintr-o serie de conferinţe care vor trata din diferite puncte de vedere o temă aleasă iniţial ; discuţia se deschide de către autori şi de către specialiştii invitaţi, după care urmează o discuţie generală.

Se vor ţine 14 simpozioane cu următoarele teme : *1.* Geochimie organică. *2.* Migraţiune şi acumulare. *3.* Noi regiuni petroliere. *4.* Progrese în geofizica de prospecţiune. *5.* Progrese importante în foraj. *6.* Progrese importante în recuperarea secundară. *7.* „Hidroprocessing" : *a*) hidrocracare ; *b*) hidrorafinare. *8.* Acetilena şi etilena din hidrocarburi lichide. *9.* Transformarea hidrocarburilor prin oxidare. *10.* Utilizări noi şi neobişnuite ale petrolului. *11.* Coroziune. *12.* Manipularea gazelor de petrol. *13.* Maşini de calcul pentru rafinării şi pentru proiectele de exploatare. *14.* Educaţia în industria petrolului.

Toate expunerile la congres vor fi retransmise simultan în trei limbi — engleză, franceză şi germană.

Pentru participanţii la congres se vor organiza : o expoziţie internaţională, o serie de excursii, vizitări de muzee şi locuri istorice, spectacole etc.

Expoziţia „inter-oil" va ocupa 60 000 m² suprafaţă în hale şi 170 000 m² suprafaţă sub cerul liber.

În cadrul excursiilor organizate se vor putea vizita instalaţii din industria de uleiuri minerale, exploatări din industria petrochimică, uzine siderurgice, precum şi o întreprindere de construcţie de aparate. Plecările vor fi din Frankfurt, Colonia şi Hamburg.

Se vor organiza excursii geologice — una de două zile înainte de congres şi două excursii a cîte două zile, în trei variante posibile, după congres — şi excursii în ţările învecinate. Conferinţele vor fi ţinute într-o sală a congresului cu circa 2 800 locuri. Lîngă podiumul conferenţiarului, la stînga şi la dreapta, vor fi două ecrane mari, pe care se vor proiecta textele respective scrise clar la maşină. Transmiterea referatelor plenare în a doua limbă a congresului şi în limba germană se face prin sistemul „Belsazar".

Pentru prezentarea referatelor tehnice vor fi rezervate alte opt săli de şedinţe, precum şi o sală specială pentru desfăşurarea simpozioanelor.

Congresul va începe cu o şedinţă festivă de deschidere la 19 iunie ora 17, după care va urma o recepţie în hala mare şi în toate sălile expoziţiei.

La 23 iunie se va organiza o călătorie pe Rin, la care vor lua parte toţi participanţii la congres.

Se crede că la lucrările congresului vor participa între 5 000 şi 6 000 persoane din 75 de ţări.

Al doilea Simpozion de petrol al ECAFE

Între 1 şi 15 septembrie 1962 s-a ţinut în oraşul Teheran al doilea Simpozion privind „*Dezvoltarea resurselor de ţiţei şi de gaze în ţările Asiei şi Extremului Orient*", organizat de Comisia Economică a Naţiunilor Unite pentru Asia şi Extremul Orient (ECAFE).

La simpozion au participat aproape 180 de delegaţi din 24 de ţări, reprezentînd ţările membre ale ECAFE, care cuprinde întreaga Asie, de la Iran, în vest, pînă la principalele insule din Oceanul Pacific, în est, reprezentate prin delegaţi din partea Iranului, Indoneziei, Birmaniei, Indiei, Pakistanului, Afganistanului, Japoniei, Brunei, Filipinelor şi ai altor ţări, precum şi delegaţii societăţilor de petrol care acţionează în această regiune ;

— ţările care nu fac parte din ECAFE, dar sînt membre ale Comisiei Economice a Naţiunilor Unite pentru Asia şi Extremul Orient, reprezentate prin delegaţi din partea U.R.S.S., S.U.A., Franţei şi Olandei, delegaţia U.R.S.S. fiind compusă din opt persoane.

— trei ţări — R.P.R., Arabia Saudită şi Venezuela, reprezentate prin delegaţi în calitate de observatori, R.P.R. fiind reprezentată prin doi delegaţi.

Ordinea de zi a cuprins următoarele : *1*) Raportul Secretariatului ECAFE asupra realizării hotărîrilor primului Simpozion ţinut în anul 1958 la New Delhi

(India). 2) Raportul Secretariatului ECAFE asupra rezultatelor dezvoltării industriei de petrol şi gaze din ţările care fac parte din ECAFE în perioada dintre primul şi al doilea Simpozion. 3) Situaţia lucrărilor geologice de prospecţiune şi explorare în ţările care fac parte din ECAFE. 4) Tehnologia şi metodele de explorare pentru ţiţei în ţările care fac parte din ECAFE. 5) Exploatarea zăcămintelor de ţiţei în ţările care fac parte din ECAFE. 6) Producţia, înmagazinarea, transportul şi utilizarea gazelor naturale, cu referire specială la ţările participante la ECAFE. 7) Problemele economice ale explorării, extracţiei şi distribuţiei petrolului. 8) Pregătirea cadrelor în ţările care fac parte din ECAFE.

Au fost puse în discuţia Simpozionului aproape 200 de lucrări tehnice şi economice privind geologia rezervelor de ţiţei, metodele de explorare şi exploatare a ţiţeiului, producţia, transportul şi utilizarea gazelor naturale, problemele economice în legătură cu explorarea, exploatarea şi distribuţia petrolului, precum şi aplicarea metodelor noi şi a experienţei cîştigate în acest domeniu.

Delegaţia sovietică a prezentat opt lucrări privind următoarele probleme: 1) Rezultatele dezvoltării industriei de petrol şi gaze a U.R.S.S. în perioada dintre primul şi al doilea Simpozion (1958—1962). 2) Rezultatele lucrărilor geologice de prospecţiune din Siberia. 3) Metodele de lucru folosite de prospecţiunea geologică. 4) Tehnica forajului sondelor la peste 4 000 m adîncime. 5) Transportul gazelor la distanţe mari. 6) Practica exploatării zăcămintelor de ţiţei şi gaze în U.R.S.S. 7) Planificarea şi organizarea lucrărilor în industria de petrol şi gaze din U.R.S.S. 8) Căile raţionale de dezvoltare a industriei de petrol şi gaze din U.R.S.S.

Cu această ocazie delegaţii au vizitat: Centrul de cercetări ştiinţifice al NIOC, Societatea Naţională Iraniană de Petrol, Staţia terminus a conductei de produse Abadan-Teheran, Explorarea pentru ţiţei de la Alborz, schelele de exploatare de la Agha Zari, Gachsaran şi Masgid-i-Suleiman, Staţia de încărcare pe mare de pe insula Kharg şi Rafinăria de la Abadam.

Schela Agha Zari, aflată în sud, este schela cu cea mai mare producţie de ţiţei din Iran. Cele 33 de sonde de exploatare produc zilnic 112 400 m³ ţiţei, ceea ce reprezintă o producţie anuală de 41 mil. m³, respectiv circa 60% din întreaga producţie a Iranului, care în anul 1961 a fost de peste 68 mil. m³ sau de 57,1 mil. t.

Alte două schele din sudul Iranului produc împreună 72 600 m³/zi.

În schela de explorare Alborz, situată la 140 km sud de Teheran, din 11 sonde săpate trei sonde produceau peste 12 000 m³ de ţiţei, respectiv circa 4 mil. m³/an. Sonda 9 Alborz, intrată în producţie în decembrie 1961, producea 5 600 m³ de ţiţei prin coloană de 7″, pe două duze de 1″, presiunea la capul de erupţie fiind de 34 at. Stratul cu talpa la 2 675 m era deschis numai pe o porţiune de 4,5 m, săpată cu sapa de 6″ şi lăsată netubată. Primele opt sonde, săpate în anii anteriori, au fost fie sterile, fie oprite din foraj din cauza instrumentaţiilor, iar una scăpată liber şi incendiată. În schela Alborz, activitatea de foraj este asigurată cu patru instalaţii de foraj.

În general, la sfîrşitul anului 1961 în Iran existau 13 instalaţii de foraj.

În schelele vizitate, exploatarea sondelor se face cu suflarea în aer a gazelor asociate. La sonda 9 Alborz se suflau zilnic în aer peste 1 mil. m³ de gaze. Staţia de rezervoare şi de pompare de la Teheran are un laborator dotat cu aparatură modernă pentru analiza ţiţeiului, a carotelor extrase din sonde, a fluidelor de foraj şi a cimenturilor în condiţii de zăcămînt.

Staţia terminus de încărcare pe mare, de pe insula Kharg, încarcă vase petroliere cu o capacitate de pînă la 100 000 t ţiţei şi produse de petrol (transportate pe conducte de 6—35″, în lungime de 180 km, din care 130 km sub mare).

Rafinăria de la Abadan este cea mai mare din lume. În anul 1961 a prelucrat cantitatea de 18 115 000 m³ de ţiţei. În urma terminării, în anul 1962, a unei noi instalaţii de reformare catalitică, capacitatea rafinăriei s-a mărit cu încă 1 160 000 m³.

Trebuie menţionat că, în anul 1961, din producţia totală de 57,1 mil. t de ţiţei a Iranului, 40,9 mil. t de ţiţei au fost exportate, 12,1 mil. t de ţiţei au fost prelucrate şi exportate ca produse şi numai 3,9 mil. t au fost folosite pentru consumul intern, ceea ce revine la circa un sfert de tonă pe cap de locuitor.

În raportul său, secretariatul ECAFE a caracterizat situaţia industriei de petrol a ţărilor din Asia şi Extremul Orient (conform datelor anului 1960) prin următoarele cifre:

rezervele industriale de ţiţei, miliarde m³	5,10
producţia de ţiţei, mil. m³	98,35
exportul de ţiţei brut, mil. m³	54,37
importul de ţiţei brut, mil. m³	43,28
capacitatea rafinăriilor, mil. m³	105,22
cantitatea de ţiţei prelucrat, mil. m³	84,93
exportul de produse de petrol, mil. m³	37,67
importul de produse de petrol, mil. m³	23,75
consumul de produse de petrol, mil. m³	67,27
populaţia, mil.	1 614,50
consumul pe cap de om, l/an	41,60

Observaţie. Din ţările Orientului Mijlociu în ECAFE intră numai Iranul.

Trebuie subliniat că peste 60% din producţia de ţiţei a ţărilor care fac parte din ECAFE revine Iranului, în timp ce 40% din produsele de petrol importate şi exportate de ţările membre ale ECAFE sînt consumate de Japonia.

Dintre lucrările tehnice prezentate şi ascultate în şedinţele Simpozionului, cel mai mare interes au suscitat următoarele: 1) Istoria descoperirii şi exploatării zăcămintelor, mai ales a celor din Iran (Naft-i-Shah, Alborz, Gachsaran). 2) Metodele de foraj şi de deschidere a stratului aplicate în industria de petrol din Iran. 3) Stabilizarea ţiţeiului prin separarea ţiţeiului de gaze în mai multe trepte, aplicată în schelele din Iran. 4) Metodele elaborate în India pentru tratarea termică a ţiţeiurilor foarte parafinoase, care uşurează condiţiile de pompare a lor prin conducte.

Rezumatele lucrărilor şi discuţiilor înscrise în ordinea de zi, precum şi numeroasele propuneri şi recomandări sînt cuprinse în raportul Simpozionului, care totalizează 70 de pagini.

Dintre problemele ridicate în timpul discuţiilor trebuie menţionată în mod special *problema gazelor*. Diverşi delegaţi au arătat că în ţările care fac parte din ECAFE se face risipă mare de gaze, fapt ce trebuie remediat. Reprezentantul Organizaţiei Ţărilor Exportatoare de Petrol (OPEC) a subliniat că pierderea impresionantă de gaze (se ard anual în aer peste 800 miliarde m³) interesează nu numai economia naţională a ţărilor respective, ci reprezintă o problemă de interes mondial.

S-a propus să se înscrie în atenţia guvernelor trei obiective: 1) utilizarea raţională şi consumarea gazelor naturale; 2) impunerea reinjectării gazelor în zăcămînt; 3) studierea posibilităţilor de export.

De asemenea, a rezultat că, în stadiul actual de dezvoltare a industriei de petrol şi gaze, o altă problemă pentru ţările care fac parte din ECAFE o constituie necesitatea de ajutor financiar substanţial şi de asistenţă tehnică. În ziua închiderii Simpozionului, Uniunea Sovietică s-a oferit să acorde credite ieftine pe termen lung şi ajutor tehnic în condiţii favorabile. Totodată, pentru a uşura pregătirea cadrelor calificate de toate gradele şi în toate ramurile industriei de petrol, s-a propus lărgirea condiţiilor de instruire în raport cu prevederile de dezvoltare viitoare.

La invitaţia guvernului japonez, s-a stabilit ca Simpozionul viitor să se ţină la Tokio, în anul 1964.

Documentare

V. S. ALIEVM, S. A. EFIMOVA, A. P. KASIMOVA, B. G. TER-SARKISON: **Aprecierea activităţii catalizatorilor folosiţi în procesele industriale cu catalizator fluidizat aflat în circulaţie.** Kinetika i kataliz, vol. **III** fasc. 4, 1962, p. 545.

Se recomandă o metodă de laborator pentru estimarea activităţii catalitice a catalizatorilor fluidizaţi folosiţi la cracare. Această metodă constă în realizarea cracării catalitice a materiei prime-etalon, la un regim standard într-un reactor în care au fost create condiţiile de contact între vaporii materiei prime şi catalizatorul în pat fluidizat. Viteza liniară a vaporilor, în raport cu secţiunea utilă a reactorului, reprezintă 0,06 m/s.

La estimarea activităţii catalizatorului cu crom-aluminiu pentru dehidrogenare, în scopul asigurării unui pat fluidizat intens, se recomandă ca viteza liniară a gazelor să fie mărită pînă la 0,15 m/s. De asemenea, trebuie mărită înălţimea stratului de catalizator. În legătură cu modificarea regimului de contactare a gazelor şi catalizatorului fluidizat, s-a modificat şi construcţia reactorului de laborator.

I. N. SCHACHTER, V. P. KALAŞNIKOV, V. I. GOREACEVA: **Nitrarea uleiurilor minerale.** Himiia i tehnologhiia topliv i masel, nr. 11, 1962, p. 40—45.

Autorii au elaborat metode de obţinere a compuşilor nitraţi solubili în ulei (nitrarea uleiurilor cu acid azotic) folosiţi ca inhibitori pentru coroziunea metalelor. La nitrarea uleiurilor minerale cu acid azotic au loc două reacţii principale: de nitrare şi de oxidare. Reacţia de oxidare are un rol secundar, cu toate că compuşii cu oxigen care se formează datorită nitrării au un efect inhibitor asupra coroziunii.

Autorii au verificat diverse compoziţii de uleiuri nitrate, folosind ca materiale de îngroşare: cauciucul, polietilena, răşinile alchilfenolice de la condensarea formaldehidică, petrolatumul, cerezina, sărurile acizilor graşi sintetici etc.

Uleiul nitrat se poate folosi atît pentru conservare cît şi ca inhibitor în uleiuri şi unsori, singur şi în combinaţie cu alţi inhibitori şi substanţe de îngroşare. Unsorile de protecţie fabricate pe bază de uleiuri nitrate se caracterizează printr-un preţ de cost redus. Dat fiind că tehnologia de fabricaţie este extrem de simplă, producţia în masă a uleiurilor nitrate poate fi organizată de orice uzină chimică, petrochimică sau rafinărie.

De asemenea, uleiurile nitrate se pot folosi ca aditivi anticorosivi la combustibilul Diesel, precum şi la extracţia, transportul, depozitarea şi prelucrarea ţiţeiului (protecţia împotriva coroziunii rezervoarelor, conductelor, cisternelor de cale ferată etc.).

Dispozitiv pentru fixarea tubului carotier în turbocarotier la carotajul mecanic cu turbina. Azerbaidjanskoe neftianoe hozeaistov, nr. 10, 1962, p. 20.

Turbocarotierele folosite în prezent nu dau randament la recuperarea probelor de teren în cazul în care forajul se practică la adîncimi mari cu un noroi de circulaţie cu greutate specifică mare. Dat fiind că, în sondele adînci din cauza devierii găurii şi a noroiului cu greutate specifică mare, adesea tubul carotier nu ajunge pînă la turbocarotier, tubul carotier se introduce în carotier înainte de introducerea lui în gaură şi nu se lansează — după cum prevăd instrucţiunile — decît după ce sapa a ajuns la talpă.

În legătură cu acest inconvenient specialiştii din Azerbaidjan au construit un dispozitiv pentru fixarea tubului carotier folosit în carotierul pentru forat cu turbina.

Dispozitivul (fig. 1) este compus dintr-un cap *1* cu secţiune interioară pătrată. În bucşă se introduc o pernă de cauciuc *2* şi un şurub de reglare *3* cu cap pătrat, strînse de sus cu capacul *6*. Cu ajutorul flanşei *5*, pe şurubul de reglare se îmbracă un racord *7* cu inelul *8* şi brida *9*, prevăzut în partea inferioară cu două ferestre pentru circulaţia noroiului. Dispozitivul se fixează pe tubul carotier, care se introduce în turbocarotier. Apoi, dispozitivul se ridică din turbocarotier cu 1—1,5 m, racordul se strînge cu o piuliţă *4* şi se

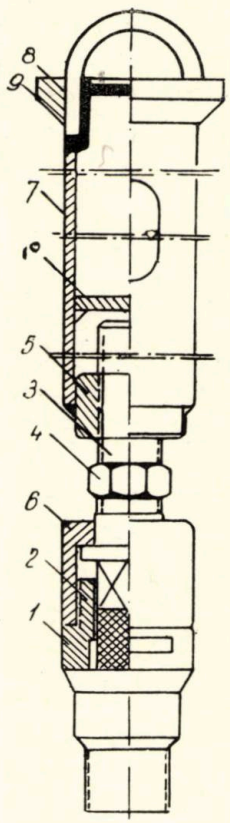


Fig. 1. Dispozitiv pentru fixarea tubului carotier folosit în carotierul pentru forajul cu turbina.

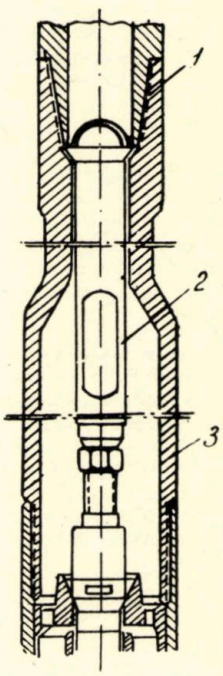


Fig. 2. Schema de fixare a tubului carotier în turbocarotier:
1 — prăjină de foraj; *2* — dispozitiv pentru fixarea tubului carotier; *3* — turbocarotier.

coboară din nou în mufă. La înşurubarea turbocarotierei cu prăjina de foraj, aceasta strînge cu capătul cepului inelul *8* fixat pe racord, făcînd imposibilă deplasarea axială a tubului carotier. Rotirea tubului carotier se previne datorită formei pătrate a capului şurubului de fixare şi găurii respective, în bucşă.

Cu ajutorul pernei de cauciuc se realizează o bună apăsare a tubului carotier de scaun, fără pericolul de a rupe piesele metalice. De asemenea ea preia şocurile bruşte, care se ivesc în timpul forajului, contribuind la menţinerea carotei în bune condiţii.

Prin folosirea dispozitivului descris se previn detaşarea tubului carotier de pe scaun în timpul introducerii garniturii şi, implicit, efectuarea de marşuri fără recuperare, iar excluderea deplasării axiale şi a rotirii tubului carotier contribuie la recuperarea carotei într-un procent mai mare.

Perna de cauciuc pentru amortizare contribuie în mare măsură la reţinerea mai bună a carotei în tubul carotier.

Dispozitivul a fost încercat cu rezultate bune în sonde în intervalul 2 950—3 000 m cu noroiul de foraj cu greutatea specifică de 2,07 g/cm³ şi, respectiv în intervalul 3 050—3 068 m cu noroiul cu greutatea specifică de 2,10 g/cm³.

ELTON B. HUNT : **Studiul de laborator al depunerilor de parafină.** Journal of Petroleum Technology, 1962, p. 1 259.

Autorul a făcut în laborator determinări de depuneri de parafină în conducte şi pe puncte reci, în condiţii care au corespuns, pe cît a fost posibil, condiţiilor din şantier.

S-a găsit că fenomenul de răcire pare a fi factorul ce controlează depunerea de parafină în cazul precipitării cerei de parafină şi al concentrării ei în depozit. Întrucît răcirea are loc obişnuit în primii 150 m de la gura puţului, este de aşteptat ca în această regiune să se găsească depunerile de parafină.

Experienţele făcute au dus şi la următoarele concluzii :

1. Observaţiile de şantier şi de laborator arată că depunerea de parafină pe pereţii ţevilor şi creşterea depozitelor de parafină se fac prin precipitare directă.

2. Caracteristica depunerii de parafină este ridicarea temperaturii suspensiei de particule de parafina din ţiţei pe măsură ce depunerea se îngroaşă, care compensează ridicarea de temperatură la suprafaţa de contact depunere-suspensie şi menţine creşterea depozitului.

3. Depunerile de parafină pe puncte reci pot constitui o metodă de laborator pentru descoperirea inhibitorilor ce merită un studiu mai aprofundat.

4. Depunerile de parafină sînt menţinute în loc de asperităţile suprafeţei şi nu de forţe depinzînd de compoziţia suprafeţei.

Materialele plastice încetinează depunerea parafinei pe suprafaţa lor numai din cauza suprafeţelor netede.

5. Aditivii chimici pot inhiba depunerile de parafină prin reducerea rezistenţei de coeziune a depozitului format în prezenţa lor, dar nu este probabil că un singur aditiv poate fi un panaceu pentru toate ţiţeiurile.

Proiectarea inelului de beton pentru o fundaţie de rezervor. Petroleum Management, **34**, nr. 12, 1962, p. 226.

Dacă terenul pe care este necesar să se construiască un rezervor de dimensiuni mari nu are capacitatea de încărcare necesară la suprafaţă şi aceasta nu poate fi găsită decît la 0,3 — 1 m adîncime, este necesar să se folosească un inel de beton, care trebuie să fie situat sub nivelul de îngheţ.

Dimensiunile inelului pot fi calculate din formula :

$$T = \frac{24\,W}{qH - 8\,h},$$

în care :

T este grosimea inelului, exprimată în ţoli ;
W — greutatea metalului rezervorului suportată de inel, în livre/picior de circumferinţă ;
h — înălţimea inelului, în picioare ;
H — înălţimea peretelui rezervorului, în picioare ;
q — densitatea produsului ce va fi depozitat în rezervor, în livre/picior cubic.

Notă : T nu poate fi mai mic decît 8 ţoli.

MAURER, W C. : **Teoria curăţării perfecte în forajul rotativ.** Journal of Petroleum Technology, nov. 1962, p. 1 270 — 1 274.

Autorul găseşte că dacă se obţine o perfectă curăţare a talpei, adică eliminarea detritusului pe măsură ce se formează, viteza de avansare (mecanică) poate fi exprimată prin formula :

$$R = K\,\frac{NW^2}{D^2 S^2},$$

unde :

R este viteza de avansare (mecanică) ;
N — turaţia ;
W — apăsarea pe sapă ;
D — diametrul găurii ;
S — forabilitatea rocii ;
K — o constantă.

Aceasta indică că este posibil să se definească mecanica forajului legînd mecanismul formării craterului sub un dinte al sapei cu role cu operaţiile macroscopice de foraj.

Deviaţia relaţiilor $R - W - N$ ce se observă în şantier faţă de formula stabilită mai sus arată că factorul major în reducerea vitezei de avansare cu adîncimea este insuficientă curăţare a tălpii.

Întrucît condiţiile reale de foraj din şantier variază mult nu este posibil să se obţină o formulă universală pentru viteza de avansare în condiţii imperfecte de curăţare.

Deoarece relaţiile $R - W - N$ sînt funcţie de curăţarea tălpii, ele sînt de asemenea funcţie şi de adîncimea sondei. În consecinţă, o formulă pentru viteza de avansare, care ar descrie mai exact forajul din şantier, ar trebui să fie o funcţie şi de adîncimea găurii.

Proteine din ţiţei. The Petroleum Times, **66**, nr. 1 705, dec. 1962, p. 734.

La rafinăria Lavera, lîngă Marsilia, a început construcţia unei instalaţii semiindustriale pentru producerea de proteine din ţiţei. Proiectul este rezultatul a cinci ani de cercetări asupra folosirii microorganismelor la rafinarea ţiţeiului. Pînă în prezent, ţiţeiul constituie o materie primă pentru multe articole necesare condiţiilor moderne de viaţă, dar în afară de folosirea unor mici cantităţi de produse, ca medicamente, nu a constituit pînă în prezent o sursă de produse alimentare. Cercetătorii care s-au ocupat de această problemă susţin cu optimism că în curînd ţiţeiul va deveni o sursă uzuală de proteine şi vitamine nu numai pentru animale, dar şi pentru oameni.

Se cunoaşte de multă vreme că unele microorganisme se pot dezvolta şi hrăni pe seama anumitor componenţi ai ţiţeiului. De exemplu, s-au reuşit anumite rafinări şi purificări prin ruperea, cu ajutorul bacteriilor, a unor compuşi organici complecşi. De aici s-a trecut la ideea aplicării microbiologiei în industria de prelucrare a ţiţeiului, şi anume la conversia acestuia în proteine. După doi ani de cercetări s-au obţinut mici cantităţi de concentrate de proteină, cu compoziţie similară cu a proteinelor animale şi bogate în vitamine. S-au făcut cercetări pentru a stabili care sînt cele mai corespunzătoare microorganisme pentru acest scop, precum şi asupra condiţiilor lor de dezvoltare. S-a ajuns la stabilirea unui proces tehnologic continuu, pe baza căruia a fost proiectată o instalaţie semiindustrială.

Este interesant că microorganismele se hrănesc numai cu anumiţi compuşi din fracţiunile de ţiţei cu care sînt puse în contact. S-a stabilit astfel că microorganismele preferă tocmai acele fracţiuni considerate mai puţin valoroase în prelucrarea ţiţeiului şi care, de cele mai multe ori, constituie în rafinării deşeuri inutilizabile.

În procesul de conversie, dintr-o tonă de hidrocarburi de ţiţei consumate se obţine aproximativ o tonă de concentrat de proteine. Fracţiunile care rămîn nefolosite de microorganisme sînt separate de proteine şi corespund pentru utilizările uzuale ale fracţiunilor petroliere. Este necesar să se adauge mici cantităţi de săruri minerale, deoarece microorganismele au nevoie de ele, ca elemente nutritive, întocmai ca în cazul cînd ele se dezvoltă în diferite soluri.

Concentratele de proteine obţinute din instalaţia semiindustrială sînt experimentate ca hrană pentru animale (şobolani şi puii lor) la mai multe generaţii succesive pentru a se stabili felul cum sînt asimilate, cu condiţia să fie complet nevătămătoare.

Încercările făcute pînă în prezent au arătat că proteinele obţinute constituie o sursă de alimente pentru hrana vitelor similară cu orice altă sursă de proteine.

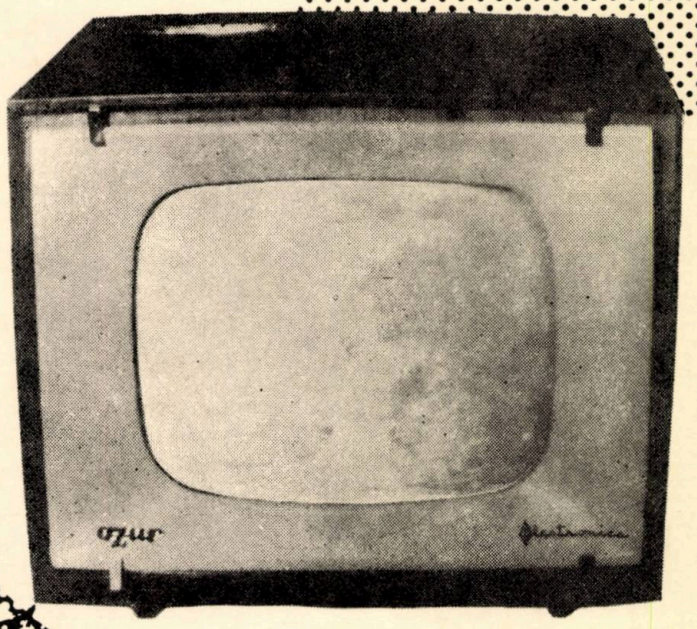
Se speră că se va putea dovedi că aceste proteine sînt tot atît de bune şi pentru hrana oamenilor. Se crede că obţinerea proteinelor pe această cale va putea fi mult mai puternic dezvoltată decît pe calea creşterii vitelor.

Aşa cum s-a arătat mai sus, producţia de proteine din ţiţei se poate asocia economic cu prelucrarea ţiţeiului pentru obţinerea de produse petroliere obişnuite ; toate acestea constituie perspective foarte importante de aplicare a metodelor microbiologice în prelucrarea ţiţeiului.

MŰSZAKI KÖNYVTÁR DOKUMENTÁCIÓS OSZTÁLY 1883

„AZUR"

— Un televizor realizat cu circuite imprimate.
— Linie elegantă; stabilitate remarcabilă în funcționare.
— Imagine de înaltă calitate.
— Comutator de canale cu 12 poziții
— Diagonala ecranului de 43 cm.
— 16 tuburi electronice + 2 diode cu germaniu + 2 diode cu seleniu
— Tensiunile de alimentare: 120 V și 220 V.



PRODUS
DE
UZINELE

Electronica

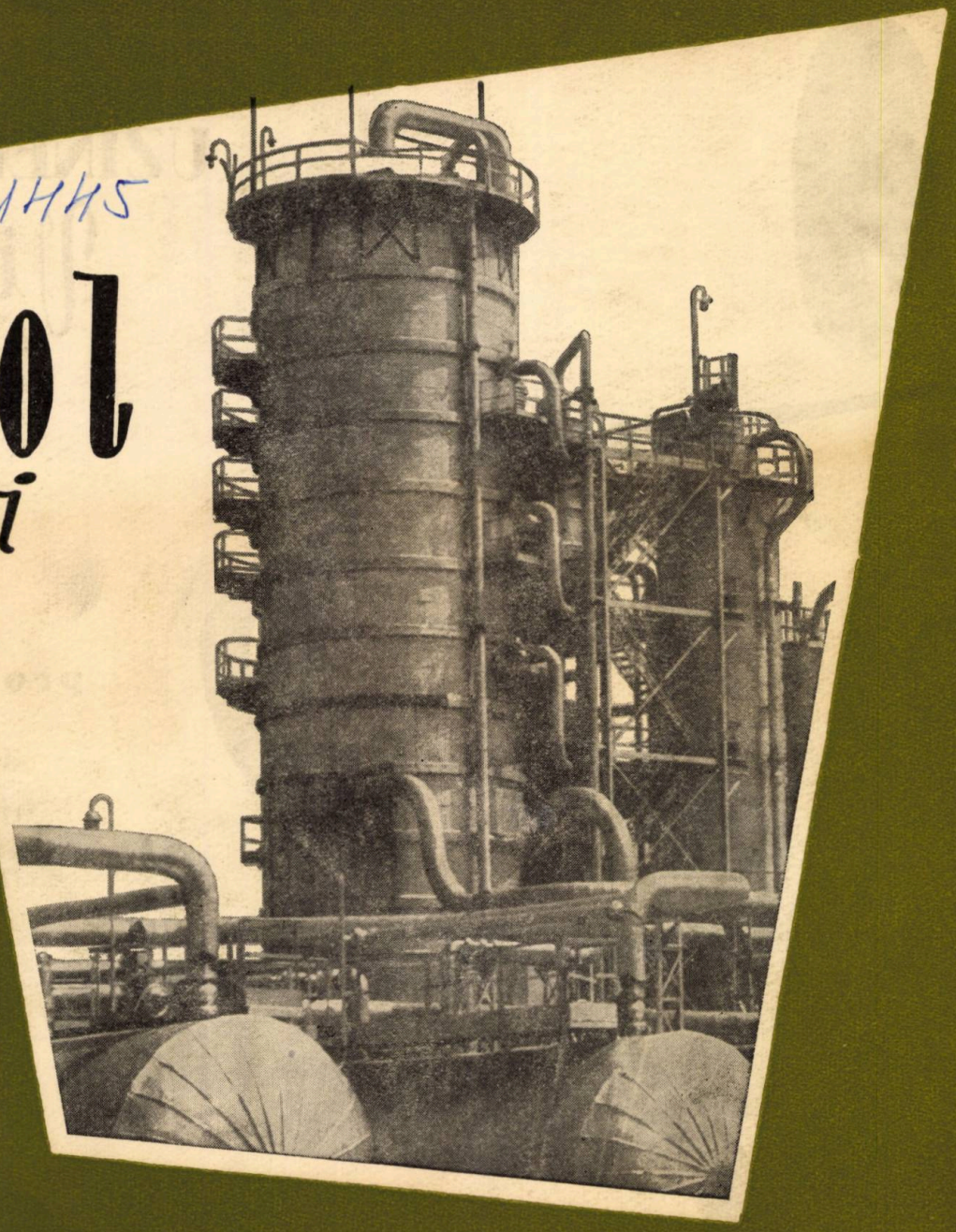
Revista PETROL și GAZE, organ a Ministerului Industriei Petrolului și Chimiei și al Consiliului Național al Inginerilor și Tehnicienilor din R.P.R. (C.N.I.T.) Redacția: București, str. Ion Ghica, nr. 3, raion Tudor Vladimirescu, telefon 16.78.78 Revista este editată de Centrul de documentare al industriei petrolului și chimiei. Abonamentele pentru biblioteci, cabinetele tehnice, individuale se pot achita în numerar sau în contul nostru de virament: Centrul de documentare al industriei petrolului și chimiei – Sectorul publicațiilor tehnice – telefon 13.52.23, Bd. N. Bălcescu, nr. 16, raion 30 Decembrie, cont 136402 – 17 B.R.P.R., Filiala 30 Decembrie, București. Tarif pentru întreprinderi lei 100 anual; tarif pentru abonamentele individuale: lei 30 anual. Prețul unui exemplar: lei 5.

Taxele poștale plătite în numerar conform aprobării D.G.P.Tc. nr. 560/11 759/1962. Tiparul: Întreprinderea Poligrafică nr. 2, București – c. 1297

5 LEI

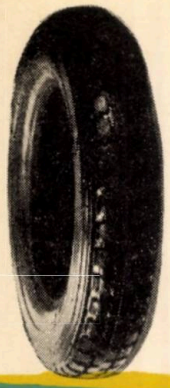
E 1445

petrol și gaze



6

PETROL ȘI GAZE • Vol. 14 • Nr. 6 • P. 273 — 324 • BUCUREȘTI, 1963



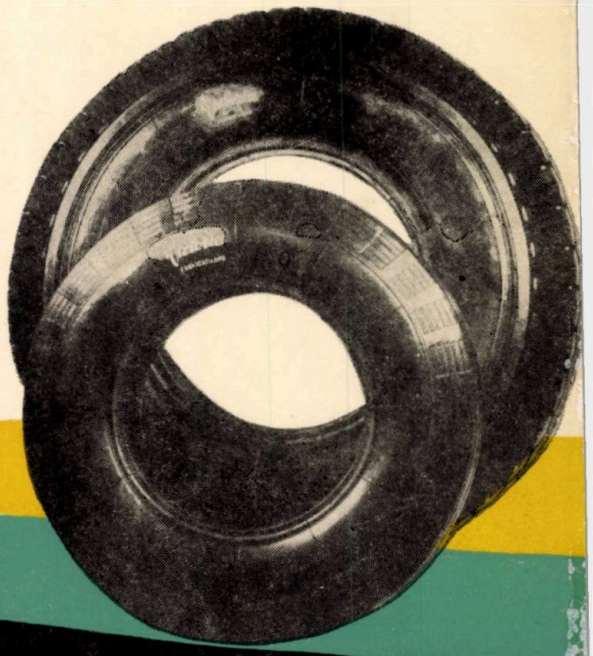
UZINELE CHIMICE

Victoria

FLOREȘTI
REG PLOIEȘTI
GARA BĂICOI

produc:

anvelope și camere
de biciclete
motociclete
autoturisme, auto-
camioane, autobuze
și tractoare



MŰSZAKI KÖNYVTÁR ÉS DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT 883

CUPRINS

	Pag.
M. ALEXANDRU, R. BLUM, O. DICEA, şi I. TRÎMBIŢAŞ: **Consideraţii privind lucrările de prospecţiune seismică în zone de platformă**	273—290
T. STAMATESCU: **Forajul rapid şi coloana de ancoraj**	291—294
P. CHIRAN şi D. CODREANU: **Concepţii actuale asupra declinului de producţie**	295—310
C. CREANGĂ: **Metoda „Carpatica" de clasificare chimică a ţiţeiurilor**	311—313
T. HĂNCIULESCU: **Termenul de recuperare a fondurilor de investiţii în industria extractivă de ţiţei din R.P.R.**	314—316
INFORMAŢII ECONOMICE	317
CRONICĂ	317
DOCUMENTARE	317—321
RECENZII	321—322
NOUTĂŢI TEHNICO-ŞTIINŢIFICE	323—324

C O M I T E T U L D E R E D A C Ţ I E

Ing. I. NICULESCU, Laureat al Premiului de Stat, redactor responsabil, ing. GH. ALDEA, ing. I. COSTESCU, ing. V. COVRIG, dr. ing. N. CRISTEA, Laureat al Premiului de Stat, dr. ing. AL. DRĂGAN, ing. I. ISTRATE, ing. G. PACOSTE, ing. N. ROŞCA, ing. I. TOCAN, candidat în ştiinţe tehnice şi ing. A. ZBEREA.

Fotografia de pe copertă reprezintă instalaţia DAV, rafinăria Teleajen

СОДЕРЖАНИЕ

М. АЛЕКСАНДРУ, Р. ВЛУМ, О. ДИЧА, и И. ТРЫМБИЦАШ: **К вопросу разведочных сейсмических работ в платформенной зоне** ..... 273—290

Т. СТАМАТЕСКУ: **Скоростное бурение под кондуктор** ..... 291—294

П. КИРАН и Д. КОДРЯНУ: **Новейшие концепции о падении добычи** 295—310

К. КРЯНГА: **Карпатский метод химической классификации нефтей** ..... 311—313

Т. ХЭНЧУЛЕСКУ: **Срок окупаемости капиталовложений в нефтедобывающей промышленности** ..... 314—316

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ИНФОРМАЦИИ 317

ХРОНИКА 317

ДОКУМЕНТАЦИЯ ..... 317—321

РЕЦЕНЗИИ ..... 321—322

М. АЛЕКСАНДРУ, Р. БЛЮМ, О. ДИЧА и И. ТРЫМБИЦАШ: **К вопросу разведочных сейсмических работ в платформенной зоне**

Ссылаясь исключительно на сейсмометрические работы, в статье рассматриваются вопросы, связанные с затруднениями встреченными в платформенных зонах.

Анализ влияния возмущенного фона множественных отраженных волн, дважды переломленных волн, а также косвенных колебаний скорости ведет к предположению о возможности сейсмического разрешения геологических вопросов, связанных с платформой: структуры с малыми амплитудами, экранированные структуры, тектонические осложнения. Примеры иллюстрируются сейсмограммами, профильными разрезами и графиками, отражающими проведенные в РНР работы.

Petrol şi gaze 14, 1963, 6, стр. 273—290
ДК 622.1

П. КИРАН и Д. КОДРЯНУ: **Новейшие концепции относительно падения добычи**

Предметом настоящей работы является уточнение единого метода обработки данных по добыче, в связи с чем анализируются уже известные методы.

После изложения часто встречаемых на практике видов спада добычи, далее описываются аналитические и графические способы определения этих видов, а также характеризующих их констант.

Одновременно приводятся различные способы оценки будущей добычи.

В последней части статьи вносятся предложения по унификации методов статистической обработки данных по добыче в РНР, в отношении оценки кратковременной и продолжительной добычи, соответственно расчёта запасов нефти и оценки эффекта ряда операций по вторичной добыче или по повышению производительности скважин.

Petrol şi Gaze 14, № 6, 1963, стр. 295—310
ДК 622.245.5:622.276

Т. СТЭМЭТЕСКУ: **Скоростное бурение под кондуктор**

Для достижения оптимальных результатов в бурении удовлетворительная подготовка скважин (оборудования, материалов и др.) и оптимальные параметры бурения не являются исчерпывающими условиями. Помимо этого, при достижении долотом предусмотренной глубины необходимо произвести обсадку скважины.

Предположения специалистов, основанные на случайных наблюдениях подтверждаются проведенным автором анализом, исследовавшим условия бурения на большом числе скважин в течение определенного времени на одном и том же промысле с одинаковыми образованиями и геологическими границами.

Petrol şi gaze 14, 1963, 6, стр. 291—294
ДК 622.24.082:622—243

Т. ХЭНЧУЛЕСКУ: **Срок окупаемости капиталовложений в нефтедобывающей промышленности.**

Указываются особенности расчёта срока окупаемости капиталовложений в добычу нефти, применительно к геологическим работам эксплуатационному бурению и установкам для добычи.

Приводится примерный расчёт и указывается графический метод подсчёта срока окупаемости капиталовложений на нефтянном месторождении.

Капиталовложения окупаются за счёт прибыли и амортизационных отчислений, обычно в течение первых 3—4 лет от момента ввода месторождений в эксплуатацию.

Petrol şi Gaze 14, № 6, 1963, стр. 314—316
ДК 665.51.003:622.276

INHALTSVERZEICHNIS

MŰSZAKI KÖNYVTÁR DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONTJA 883

M. ALEXANDRU, R. BLUM, O. DICEA, und I. TRÎMBIȚAȘ: **Betrachtungen im Zusammenhang mit den seismischen Lagerstettenforschungen in der Plattformzone** 273–290
I. STAMATESCU: **Das Schnellbohren und Ankersäule** 291–294
P. CHIRAN und D. CODREANU: **Gegenwärtige Auffassungen über den Produktionsrückgang** 295–310
C. CREANGĂ: **Das Karpathische Verfahren zur chemischen Klassifikation der Erdöle** 311–313
T. HĂNCIULESCU: **Die Tilgungsdauer der Investfonds in der Erdölförderindustrie** 314–316

WIRTSCHAFTLICHE INFORMATIONEN 317
CHRONIK 317
DOKUMENTATION 317–321
BUCHBESPRECHUNGEN 321–322

M. ALEXANDRU, R. BLUM, O. DICEA und I. TRÎMBIȚAȘ: **Betrachtungen im Zusammenhang mit den seismischen Lagerstättenforschungen in der Plattformzone.**

Der Aufsatz, der sich ausschliesslich auf seismometrische Arbeiten bezieht, behandelt Fragen im Zusammenhang mit spezifischen in der Plattform anzutreffenden Schwierigkeiten. Die Analyse der verstärkten vielseitig reflektieren Wellen, der gebrochenen Wellen und der seitlichen Geschwindigkeitsschwankungen bezweckt die Möglichkeiten zur seismischen Lösung der geologischen Faktoren der Plattform zu unterstreichen: Strukturen mit geringer Amplitude, abgeschirmte Strukturen und theoretische Erscheinungen.

Die Veranschaulichung erfolgt durch Seismogramme, Profilausschnitte und graphische Darstellungen, die auf Grund von in der RVR vorgenommenen Arbeiten erzielt wurden.

Petrol şi Gaze 14, nr. 6, 1963, p. 273–290
DK 6221

P. CHIRAN und D. CODREANU: **Gegenwärtige Auffassungen über den Produktionsrückgang.**

Der Zweck der Abhandlung ist eine einheitliche Methodik zur Verarbeitung der Produktionsdaten festzulegen, wobei die bekannten Verfahren einer diesbezüglichen Analyse unterzogen werden.

Nach einer Darlegung der häufig in der Praxis anzutreffenden Deklinationsarten werden die analythischen und graphischen Verfahren zur Bestimmung dieser Arten und deren kennzeichneden Konstanten angeführt. Ferner werden verschiedene Verfahren zur Schätzung der künftigen Produktion beschrieben.

Im letzten Teil des Aufsatzes werden Vorschläge zur Vereinheitlichung der Verfahren zur statistischen Verwertung der Produktionsdaten in der RVR unterbreitet bezüglich der Abschätzung auf kurze und lange Sicht, bzw der Berechnung der Erdölreserven und der Abschätzung der Wirksamkeit gewisser Arbeiten zur Erdölrückgewinnung oder der Steigerung der Sondenproduktivität.

Petrol şi Gaze 14, nr. 6, 1963 p. 295–310
DK 622.254.5 : 622.276

I. STAMATESCU: **Das Schnellbohren und Ankersäule.**

Zwecks Erzielung einer optimalen Bohrleistung genügt es nicht die Sonden gut vorzubereiten (Ausrüstung, Materialien u.s.w.) und optimale Bohrparameter zu gewährleisten. Darüber hinaus muss auch die Ankersäule mit Tübbings ausgebaut werden, wenn der Meissel die für deren Verfestigung festgelegte Tiefe erreicht hat. Die von Spezialisten durch zeitweilige Beobachtungen gefassten Schlussfolgerungen werden durch die von Verfassern unternommenen Analysen der Bohrergebnisse bei zahlreichen in einer bestimmten Zeit, am gleichen Bohrfeld und gleichen geologischen Formationen bestätigt.

Petrol şi Gaze 14, nr. 6. 1963 p. 291–294
DK 622.24.082 : 622.243

T. HĂNCIULESCU: **Die Tilgungsdauer der Investfonds in der Erdölförderindustrie.**

Es werden die Berechnungsweisen der Tilgungsdauer der Investfonds in der Erdölförderung, was die geologischen Vorarbeiten, die Förderbohrung und die Förderanlagen betrifft dargelegt.

Der Aufsatz enthält ein Beispiel und ein graphisches Berechnungsverfahren der Tilgungsdauer der Investitionen in einem Erdölfeld.

Die Tilgung der Investitionen erfolgt durch den Gewinn und die legalen Abschreibungen gewöhnlich in den ersten drei bis vier Jahren nach der Produktionsaufnahme.

Petrol şi Gaze 14, nr. 6, 1963 p. 314–316
DK 665.51.003 : 622.276

SOMMAIRE

M. ALEXANDRU, R. BLUM, O. DICEA, I. TRÎMBITAȘ : **Considérations sur les travaux de prospection seismique dans les zones de plate-forme** 273–290
T. STAMATESCU : **Le forage rapide et la colonne de surface technique** 291–294
P. CHIRAN et D. CODREANU : **Conceptions actuelles sur le déclin de la production** 295–310
C. CREANGĂ : **La méthode „carpathique" pour la classification chimique des pétroles bruts** 314–316
T. HĂNCIULESCU : **Le terme de récupération des fonds d'investissement dans l'industrie extractive du pétrole brut** 311–313

INFORMATIONS ÉCONOMIQUES 317
CHRONIQUE 317
DOCUMENTATION 317–321
COMPTES–RENDUS 321–322

M. ALEXANDRU, R. BLUM, O. DICEA et I. TRÎMBITAȘ : **Considérations sur les travaux de prospection seismique dans les zones de plate-forme.**

Se rapportant exclusivement à des travaux séismométriques, l'article s'occupe des aspects relatifs aux difficultés spécifiques rencontrées dans les zones de plate-forme.

L'analyse de l'influence du fond perturbé des ondes multiples reflétées, des ondes diffractées, ainsi que des variations latérales de vitesse s'effectue dans le but de mettre en évidence les possibilités de solution séismique des objectifs géologiques de la plate-forme : structure aux faibles amplitudes, structures écranées, accidents tectoniques. Les observations sont exemplifiées par des seismogrammes, des sections de profils et des graphiques obtenus par suite des travaux effectués dans la R.P.R.

Petrol și gaze 14, 1963, 6 p. 273–290
CD 622.1

T. STAMATESCU : **Le forage rapide et la colonne de surface technique.**

Pour réussir un bon forage il ne suffit pas de bien préparer les sondes (outillage, matériaux, etc.) et d'utiliser des paramètres optimums. Il est encore besoin de tuber la colonne de surface technique lorsque le trépan a atteint la profondeur programmée pour la fixation de celle-ci.

Ce que les spécialistes avaient supposé au cours de leurs observations sporadiques est devenu certitude par suite de l'analyse faite par l'auteur sur le comportement du forage à un nombre plus élevé de sondes dans un temps déterminé, sur le même chantier, les formations et les limites géologiques étant identiques.

Petrol și gaze, 14, 1963, 6, p. 291–294
CD 622.24.082 : 622–243.

P. CHIRAN et D. CODREANU : **Conceptions actuelles sur le déclin de la production.**

Cet ouvrage a pour but d'établir une méthode unique d'analyse des données sur la production, à partir des méthodes connues. Aprés une présentation unitaire des types de déclin rencontrés fréquemment dans la pratique, on présente les procédés analytiques et graphiques utilisés pour leurs établissement et leurs constantes caractéristiques. On indique aussi différents procédés pour l'estimation de la prodution future. La dernière partie de l'étude continent des propositions sur l'unification des méthodes utilisées dans la R.P.R. pour l'analyse statistique des données sur la production en ce qui concerne les estimations de courte et de longue durée, respectivement le calcul des réserves de pétrole brut et l'estimation de l'effet de certaines opérations de récupérations secondaire ou d'augmentation de la productivité des sondes.

Petrol și gaze 14, nr. 6, 1963 p. 295–310
CD 622.245.5 : 622.276

T. HĂNCIULESCU : **Le terme de réeupération des fonds d'investissement dans l'industrie extractive du pétrole brut.**

On indique les particularités de calcul du terme de récupération des investissements dans l'extraction du pétrole brut, sous le rapport des travaux géologiques, du forage d'exploitation et des installations d'extraction.

On présente un exemple et une méthode graphique de calcul du terme de récupération des investissements pour un gisement de pétrole brut.

La récupération des investissements s'effectue sur le bénéfice et les amortissements légaux, généralement 3–4 ans après la mise en production des gisements.

Petrol și gaze 14, nr. 6, 1963 p. 314–316
CD 665.51.003 : 622.276.

CONTENTS

M. ALEXANDRU, R. BLUM, O. DICEA and I. TRÎMBIȚAȘ: **Some considerations concerning the seismic prospection works in platform zones** 273–290

I. STAMATESCU: **The rapid drilling and the conductor string** 291–294

P. CHIRAN and D. CODREANU: **Some actual conceptions on the output decline** 295–310

C. CREANGĂ: **The „Carpatic" method for the chemical classification of crude oils** 311–313

T. HĂNCIULESCU: **The recovery term of investment funds in the crude oil extracting industry** 314–316

ECONOMIC NEWS 317

CHRONICLE 317

DOCUMENTATION 317–321

REVIEWS 321–322

M. ALEXANDRU, R. BLUM, O. DICEA and I. TRÎMBIȚAȘ: **Some considerations concerning the seismic prospection works in platform zones.**

Referring to seismometric works exclusively the paper discusses several aspects relating to the specific difficulties met with in platform zones.

The influence of the perturbed part of reflected multiple waves, of diffracted waves and of lateral speed variations is being analysed in order to disclose the possibilities of seismically solving the geological objectives in the platform: small-amplitude structures, screened structures, tectonic accidents. The observations are illustrated by means of seismograms, profile sections and graphs obtained form works carried out in the R.P.R.

Petrol și Gaze 14, 1963, 6, p. 273–290
DC 622.1

P. CHIRAN and D. CODREANU: **Some present views on ouptut decline.**

The aim of fhis work is to elaborate a unified method of processing the production data starting from usual methods. After a unitary presentation of the decline types frequently met with in practice, one describes the analytical and graphical procedures required for establishing these types and their characteristic constants. Different ways of estimating the future production are also pointed out.

The final part of the paper contains some proposals for the unification of different methods presently used for the statistical processing of production data in the R.P.R. They mainly concern the short-and long-term estimations, respectively the calculus of crude oil reserves and the estimation of the effect of some operations relating to secondary recovery or increase of well productivity.

Petrol și Gaze 14, nr, 6. 1963 p. 295–310
DC 622.245.5 : 622.276

T. STAMATESCU: **The rapid drilling and the conductor string**

Optimum drilling requires more than a proper preparation of wells (equipment, materials, etc.) and adoption of best possible parameters. It is also necessary to tube the conductor string when the bit reaches the depth programmed for its setting.

Previous assumptions of specialists based on sporadic observations became certain as a result of the analysis made by the author concerning the drilling behaviour in a larger number of wells and a given time, in the same yard and identical geological formations and limits.

Petrol și Gaze 14, 1963, 6, p. 291–294
DC 622.24.082 : 622–243

T. HĂNCIULESCU: **The recovery term of investment funds in the crude oil extracting industry.**

Some information is given concerning the calculus peculiarites of the investment recovery term in the field of crude oil extraction in respect of geological works, exploitation drilling and extraction equipment.

An example and a graphical method of calculating the recovery term of the investements in a crude oil deposit are included.

The investments are being recovered from the benefits and legal sinking quotas generally 3–4 years after the deposits have been put into production.

Petrol și Gaze 14, nr. 6, 1963 p. 314–316
DC 665.51.003 : 622.276

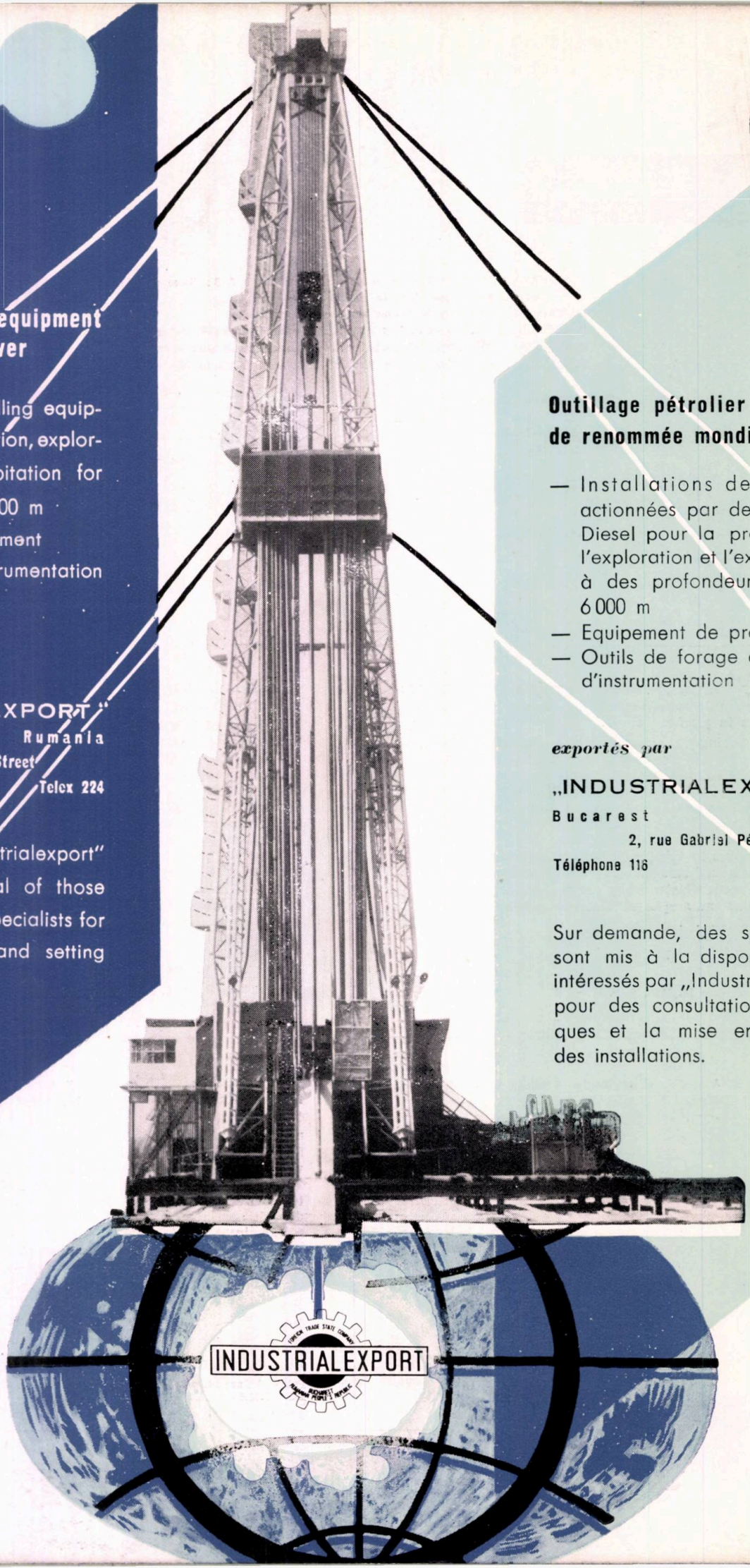
Rumanian oilfield equipment known the world over

— Diesel driven drilling equipment for prospection, exploration and exploitation for depths down 6 000 m
— Production equipment
— Drilling and instrumentation tools

exported by:

„INDUSTRIALEXPORT"
Bucharest Rumania
2, Gabriel Peri Street
Telephone 116 Telex 224

On demand „Industrialexport" put at the disposal of those concerned skillful specialists for technical advices and setting up of installations.



Outillage pétrolier roumain de renommée mondial

— Installations de forage, actionnées par des moteurs Diesel pour la prospection, l'exploration et l'exploitation à des profondeurs jusqu'à 6 000 m
— Equipement de production
— Outils de forage et d'instrumentation

exportés par

„INDUSTRIALEXPORT"
Bucarest Roumanie
2, rue Gabriel Péri
Téléphone 116 Télex 224

Sur demande, des spécialistes sont mis à la disposition des intéressés par „Industrialexport" pour des consultations techniques et la mise en fonction des installations.

CHIMIMPORT

State Enterprise for Foreign Trade
Bd. Republicii no. 10 • Telex no. 215

P. O. Box 525 — Telephone no.: 16.08.36
Telegraphic Adress: „CHIMIMPORT" Bucharest

Sole exporters in Rumania for:

Inorganic Chemical products

Chloro-sodium products, calcium carbide, sodium bichromate, carbon-black, sodium bicarbonate, etc.

Organic chemical products

formic acid, oxalic acid, aromatic hydrocarbides, phenol, intermediates for dyestuffs, solvents, organic dyestuffs, polyvinyl chloride, lacquers and paints, bleached reed pulp, synthetic rubber, reclaimed rubber, petroleum jelly and white oils, castor oil, synthetic detergents, chlorinated insecticides, essential oils, etc.

Pharmaceutical substances and medicines
Chemical Reagents
Cosmeticals and perfumery

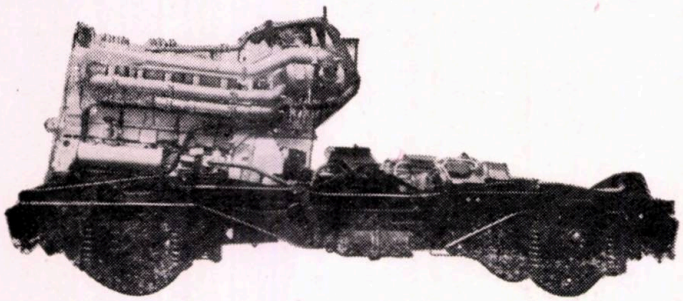
Importers of:

various organic and inorganic chemical products, fertilizers, natural and synthetic rubber, auxiliaries for the textile, leather and rubber industries, pesticides, technical animal and vegetable oils, pigments, natural and synthetic resins, cosmetics, organic dyestuffs, inks, etc.

CHIMIMPORT BUCUREȘTI

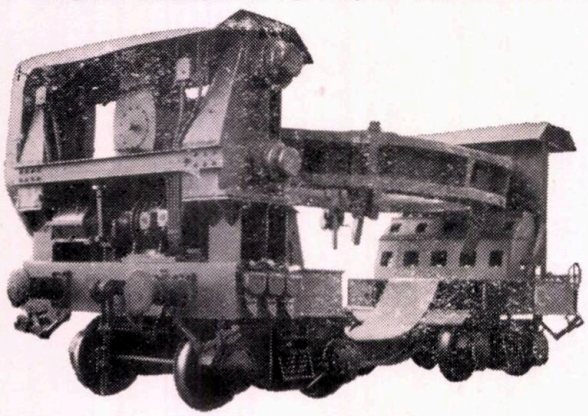
UZINELE 23 AUGUST BUCUREȘTI execută

● BOGHIU DE AUTOMOTOR CU ECHIPAMENT DIESEL HIDRAULIC DE 600 CP

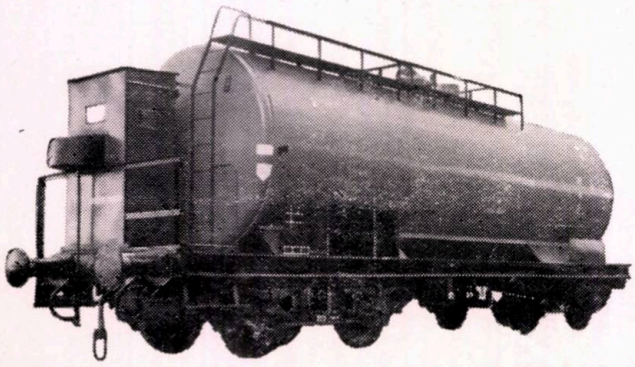


● LOCOMOTIVĂ DIESEL DE 120 CP PENTRU ECARTAMENT DE 760 mm

● VAGON SIDERURGIC PENTRU TRANSPORTUL ZGUREI



● VAGON CISTERNĂ DE 50 t



Agregate și aparataje pentru industria chimică
Agregate și utilaje pentru industria siderurgică
Motoare Diesel de la 100 la 1 000 CP
Linii de ciment de 800 și 1 200 t/zi
Material rulant
Locomotive de manevră pentru cale normală
Automotoare de mare viteză și capacitate
Vagoane cisternă de mare capacitate
Vagoane speciale pentru siderurgie
Frîne cu aer comprimat pentru material rulant

TURNĂTORII ȘI OȚELĂRII

Piese turnate din oțel pînă la 25 t/bucată
Piese turnate din oțel manganos
Piese turnate din fontă
Piese forjate liber
Piese matrițate
Oțeluri aliate de construcții
Oțeluri de scule aliate și rapide

petrol și gaze

ANUL XIV Nr. 6 IUNIE 1963
ORGAN AL MINISTERULUI INDUSTRIEI PETROLULUI ȘI CHIMIEI ȘI AL CONSILIULUI NAȚIONAL AL INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN R. P. R.

Considerații privind lucrările de prospecțiune seismică în zone de platformă

Ing. M. ALEXANDRU,
R. BLUM,
geolog O. DICEA și
ing. I. TRÎMBIȚAȘ

Unitățile de Vorland ale Carpaților, Platformele Moesică și Moldovenească au intrat în raza cercetărilor amănunțite în special după anul 1950. De la această dată și pînă în prezent, volumul lucrărilor geofizice și de foraj a crescut neîncetat, sporind totodată gradul de cunoaștere a structurii lor geologice.

Aplicarea metodelor geofizice de prospecțiune, și în special seismice, a dus la obținerea unor rezultate geologice importante pentru cunoașterea structurii geologice de adîncime a celor două platfome și pentru orientarea lucrărilor de foraj.

Apariția încă de la primele lucrări seismice cu caracter regional a unor ,,suprafețe lipsite de reflexii'' a necesitat un volum foarte mare de experiențe, eșalonate în decursul anilor, care au contribuit în cele din urmă la reducerea simțitoare a acestor suprafețe.

Cunoașterea din ce în ce mai bună a geologiei de adîncime a unităților studiate a avut un rol hotărîtor în justa orientare atît a lucrărilor curente de prospecțiuni seismice, cît și a experiențelor pentru îmbunătățirea parametrilor de lucru.

În articolul de față sînt arătate, pe scurt, principalele faze ale lucrărilor experimentale executate în vederea îmbunătățirii materialului seismic și a măririi posibilităților de rezolvare, sînt trecute în revistă metodele folosite și rezultatele obținute și este arătat nivelul actual al cunoștințelor existente asupra metodelor și tehnicii seismometrice, care se pot aplica în prospectarea zonelor de platformă și limitrofe.

*

Platforma Moesică reprezintă o zonă ridicată între două depresiuni (Precarpatică și Prebalcanică), fiind alcătuită dintr-un fundament de șisturi cristaline, roci eruptive și filoniene și un înveliș sedimentar. Ca unitate sedimentară de sine stătătoare, Platforma Moesică a intrat în istoria geologică după orogeneza hercinică veche.

Înainte de aceasta pe teritoriul ei s-au depus sedimente de la silurian pînă la carbonifer inclusiv, care au fost apoi antrenate în orogeneza hercinică. Silurianul este reprezentat prin șisturi cu Graptoliți și Tentaculiți (Optași, Balș), devonianul prin calcare cu Tetracoralieri (2 000 m în NE R.P. Bulgare și probabil și la nord de Dunăre), iar carboniferul este alcătuit la Cetate din calcare de culoare închisă cu intercalații de conglomerate (circa 600 m), la Ciurești din gresii cu intercalații subțiri

de calcare negre, iar în estul platformei s-a atribuit carboniferului o serie calcaroasă-dolomitică cu anhidrite în sud şi o serie formată dintr-o alternanţă de marno-argile bituminoase cu gresii fine negricioase cu cărbuni în nord.

După carbonifer au avut loc importante erupţii de roci bazice, deasupra cărora urmează o serie de sedimente subcontinentale reprezentate prin conglomerate de tip Verrucano, acoperite de argile, argilite şi alevrolite de culoare roşie-cărămizie. Această serie, deschisă la Cetate, a fost atribuită permianului.

Pe diferite formaţiuni paleozoice sau chiar direct pe fundamentul cristalin se aşterne succesiunea groasă de sedimente aparţinînd ciclului mezozoic.

În mezozoic, rocile care alcătuiesc diferitele etaje prezintă o foarte mare variaţie facială, de la sedimente continentale şi subcontinentale pînă la sedimente marine. Poziţia şi dezvoltarea diferitelor tipuri de roci în scara stratigrafică a mezozoicului au o influenţă deosebită asupra eficacităţii prospecţiunilor prin metodele geofizice.

Depozitele mezozoice încep în bază prin sedimente subcontinentale, terigene, mai ales de culoare roşie, alcătuind o stivă groasă de peste 3 000 m, care ca vîrstă a fost atribuită intervalului triasic-liasic mediu. Această stivă a fost divizată în trei pachete, corespunzător celor trei subdiviziuni ale triasicului, şi anume : seria roşie inferioară (triasic inferior), alcătuită predominant dintr-o alternanţă de marne, argile, nisipuri, gresii şi chiar conglomerate, toate de culoare roşie, uneori cu pete verzi (în baza acestei serii se consideră prezent şi o parte din permian), seria dolomitică (triasic mediu), alcătuită din dolomite masive, uneori cu intercalaţii subţiri de anhidrite, şi seria roşie superioară (triasic superior-liasic mediu), în a cărei constituţie intră alternanţe de calcare cu anhidrite, marno-argile cenuşii sau roşii, marno-calcare cenuşii sau brune-vineţii şi brecii cu ciment argilos roşu. În această serie s-au întîlnit şi intercalaţii de sare. Grosimea pachetelor menţionate variază în limite foarte largi pe teritoriul R.P.R. (2 000 m seria roşie inferioară, la sud de Bucureşti, 200—800 m seria dolomitică şi 200—1 000 m seria roşie superioară).

Transgresiv peste formaţiunea roşie, sau uneori peste formaţiuni mai vechi, se dispun sedimentele jurasicului avînd în bază o serie detritică (dogger), iar la partea superioară o serie calcaroasă (malmul). Grosimea seriei detritice variază în limite foarte largi, zona de maximă grosime situîndu-se pe linia Şoldanu-Roşiori-Dăbuleni, iar cea de minimă grosime, pe linia sud Craiova-Caracal-Miroşi-Urziceni.

De la calcarele malmului se trece, fie în continuitate de sedimentare, fie prin intermediul unei lacune, la seria predominant calcaroasă a neocomianului. Grosimea calcarelor neocomiene atinge valori maxime în zona Călugăreni-Roşiori-Caracal (1 000 m).

Spre partea superioară, seria calcaroasă rămîne tot predominant carbonatată, dar devine mai marnoasă.

În seria marnoasă se dezvoltă în unele locuri calcare, care pot constitui impedimente serioase pentru prospecţiunea seismică.

De regulă, în baza albianului se dezvoltă uneori un pachet de calcare care nu se poate separa uşor de seria calcaroasă inferioară.

Albian-cenomanianul prezintă grosimi maxime în zona Roşiori-Alexandria.

Cretacicul superior este reprezentat prin calcare cretoase cu intercalaţii de marne, care au o dezvoltare apreciabilă în zona Roşiori-Dăbuleni (400—700 m). În general, grosimea depozitelor scade progresiv spre nord.

Prezenţa pachetelor groase de calcare şi calcare dolomitice din triasicul mediu, malm-neocomian, albian şi senonian, pe anumite zone, a creat foarte mari dificultăţi în prospecţiunea seismică. Variaţia în grosime de la est la vest şi de la nord la sud a pachetelor calcaroase, trecînd de la un nivel stratigrafic la altul, face ca orizonturile seismice să nu indice cu fidelitate şi aranjamentul tectonic al sedimentelor, putîndu-se obţine chiar structuri false.

După cretacic a urmat o perioadă îndelungată de exondare (orogeneza laramică), timp în care numai pe unele zone mai afundate s-a continuat depunerea neîntreruptă a sedimentelor paleogene şi neogene. În rest, eroziunea a acţionat intens îndepărtînd grosimi importante de sedimente aparţinînd cretacicului superior. În unele zone s-au depus şi păstrat sedimente aparţinînd paleogenului şi neogenului inferior. Neogenul este reprezentat în Platformra Moesică prin miocen şi pliocen.

Miocenul este reprezentat parţial prin tortonian şi, în cea mai mare parte, prin sarmaţian, care ia contact direct cu diverşi termeni ai cretacicului mediu şi superior, datorită eroziunii care a precedat depunerea lui. Grosimea sarmaţianului este variabilă în funcţie de asperităţile vechiului relief, în general crescînd de la sud spre nord. Litologic este reprezentat prin gresii calcaroase, nisipuri şi marne.

Pliocenul se aşază cu termeni din ce în ce mai noi peste sarmaţian sau direct pe cretacic, cu cît înaintăm de la nord spre sud. Litologic este reprezentat prin marne şi nisipuri.

Din punct de vedere seismic, prospectarea seriei terigene a sarmato-pliocenului nu ridică nici o dificultate.

Variaţia grosimii acestei serii în funcţie de asperităţile reliefului preexistent introduce însă importante schimbări în repartizarea regimului de viteze ce afectează forma orizonturilor mai adînci.

Din punct de vedere tectonic, formaţiunile geologice ale Platformei Moesice înclină, în

mare, de la sud spre nord. De la o linie ce ar uni localitățile București-Slatina-Craiova-Turnu-Severin, înclinarea spre nord se accentuează, trecîndu-se spre Depresiunea Precarpatică. Trecerea aceasta de la platformă la depresiune se face fie normal, fie prin intermediul unor falii în trepte. Contactul zonei de trecere cu depresiunea se face uneori prin intermediul unei falii cu plan de încălecare dinspre depresiune spre platformă.

În cuprinsul platformei, fundamentul prezintă o cordilieră care ar urmări linia Cetate-Plenița-Craiova-Balș-Optași-Giurgiu și care ar separa de o parte și de alta două zone depresionare cu caracter de sineclize. În rest, sedimentele prezintă ondulații cu amplitudini mici, foarte tectonizate, tipice de platformă.

*

Platforma Moldovenească reprezintă continuarea pe teritoriul românesc a marei Platforme Podolice-Ruse. Delimitarea spre sud o constituie linia Bacău-Fălciu, iar spre vest, aproximativ, Valea Siretului. De la aceste linii spre sud și spre vest se trece la Depresiunea Bîrladului și, respectiv, la Depresiunea Precarpatică. Trecerea de la platformă spre depresiunile adiacente se face prin intermediul unor trepte marcate de falii.

Platforma Moldovenească este alcătuită dintr-un fundament precambrian, reprezentat prin gnaisuri sericitizate sau prin granitul roșu de Rapakiwi. Cele mai vechi formațiuni sedimentare determinate aparțin ordovicianului, reprezentat prin gresii, șisturi argilo-gresoase și șisturi bituminoase (depozitele neputînd fi separate cert de cele cambriene). Silurianul (gothlandianul) este alcătuit din calcare cenușii negricioase fosilifere, parțial bituminoase. Cretacicul este dezvoltat sub formă de marne cretoase, în general avînd o grosime redusă.

Tortonianul acoperă toată Platforma Moldovenească, variind ca grosime de la cîțiva metri, în est, la 300 m, în vest. Lito-facial prezintă variații foarte mari, deosebindu-se o zonă în est de calcare recifale cu slabe intercalații marnoase și anhidrite, o zonă în vest cu gipsuri, anhidrite și slabe intercalații marnoase și o zonă în partea de nord-vest a platformei (Pașcani-Rădăuți) predominant marnoasă. Pachetul de gipsuri și anhidrite ce se dezvoltă cu precădere în vestul platformei a constituit un excelent reper seismic.

Trecerea de la tortonian la sarmațian se face prin intermediul buglovianului, care are grosimi reduse variind de la cîțiva metri în est la circa 180 m în vest. Litologic este foarte variat : calcare, marne și marno-calcare în est, marne și argile în vest, marne și nisipuri în nord-vest și treceri spre anhidrite în sud-vest.

Sarmațianul este format din marne, argile, nisipuri și calcare oolitice. În partea de sud-est a platformei, spre Depresiunea Bîrladului, în baza sarmațianului mediu se dezvoltă un orizont calcaros cu grosimi de 50—100 m, care a constituit de asemenea un bun reper pentru lucrările seismice. În general, grosimea sarmațianului crește de la nord spre sud și de la est spre vest între 100 și 2 000 m. Sarmațianul este formațiunea cu perspectivele cele mai favorabile acumulărilor de hidrocarburi.

În continuare, sedimentarul platformei este constituit din depozitele pliocenului, dar aria de dezvoltare a acestora se întinde mai mult în domeniul Depresiunii Bîrladului și Promontoriului nord-dobrogean.

Tectonic, sedimentarul Platformei Moldovenești adoptă o dispoziție monoclinală cu căderi mici de la nord-est spre sud-vest, înclinările crescînd pe zonele de trecere spre depresiunile învecinate.

*

Prospectarea geofizică a zonelor de platformă din țara noastră se poate spune că a fost începută în perioada 1949—1950, deoarece lucrările anterioare au avut numai un caracter pur informativ. Perioada 1950—1955 este caracterizată pentru activitatea seismometrică, prin trasarea unei serii de profile de corelare continuă a undelor reflectate care au străbătut întreaga întindere presupusă a Platformei Moesice. În ceea ce privește Platforma Moldovenească, s-au executat lucrări cu același caracter și metodă, dar în volum mai mic (fig. 1).

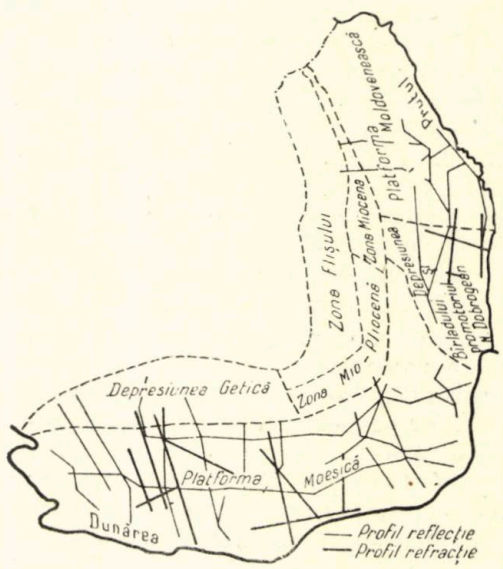


Fig. 1.

Rezultatele pozitive ale acestor lucrări, au făcut ca anul 1956 să marcheze începutul lucrărilor de detaliu. Acestea au afectat, în ceea ce privește Platforma Moesică, în măsură egală atît zona de

platformă propriu-zisă, cît și zona de trecere, iar în ceea ce privește Platforma Moldovenească s-au concentrat în special pe zona intermediară. În această perioadă s-au executat și primele lucrări de recunoaștere prin metoda de corelare a undelor refractate.

Pentru a ilustra gradul de intensificare a lucrărilor seismometrice în zone de platformă, este suficient să citățm exemplul Platformei Moesice, unde volumul mediu anual de lucru a fost de 3—4 stații pînă în anul 1955, de 12—14 stații în perioada 1955—1960 și de circa 24 stații din 1960 pînă azi. Lucrările seismometrice în zonele de mare interes au atins un grad de detalizare de 1 km profil pe 1 km^2 suprafață prospectată.

Materialul seismic înregistrat în anumite zone, prin calitatea sa, neconducînd la obținerea unor rezultate concludente, a impus atît îmbunătățirea metodelor de lucru aplicate pînă în acel moment, cît și introducerea a noi metode de prospectare seismică. În aceste zone, pe tabloul ondulatoriu întocmit se înregistrează unde cu un puternic efect parazitar, a căror apariție este legată și de raporturile constantelor elastice ale mediilor străbătute și de poziția orizonturilor reflectatoare. Cele mai frecvent întîlnite sînt undele de tipul Rayleigh-Lowe, cele multiplu reflectate de diferite tipuri, și undele difractate.

Identificarea și separarea acestora sînt necesare atît pentru ușurarea corelării și interpretării undelor utile, cît și pentru folosirea undelor multiplu reflectate și difractate la descifrarea anumitor complicații structurale. În această situație s-a aplicat cu succes metoda corelării pe profile continue a undelor refractate, s-a trecut la lucrări prin grupări de sonde și geofoni, la sisteme de înregistrare interferențiale prin conexiuni, s-a experimentat metoda fronturilor de undă plane și s-a pus un accent deosebit, înaintea atacării unei zone, pe efectuarea întregii game de lucrări experimentale necesară determinării parametrilor optimi de lucru privind atît aparatura de înregistrare, cît și condițiile de generare și recepție a undelor.

Lucrările experimentale efectuate pentru determinarea parametrilor optimi au constat în primul rînd în executarea, cu caracter informativ, a unor dispozitive scurte de refracție urmate de microseismocarotaje, ale căror rezultate pun în evidență atît curba medie a variației vitezei, cît și valoarea vitezei de strat (fig. 2).

Analizînd cele două cazuri ale zonei superficiale (fig. 2), se constată că în cazul I, în care în cuprinsul zonei de viteză mică apar o serie de intercalații dure, studiul acesteia ca și dirijarea forajului se pot face numai prin lucrări de microseismocarotaj. În cazul II în care practic zona de viteze mici nu conține aceste intercalații, dirijarea forajului se poate face și prin dispozitive scurte de refracție.

Sondele necesare microseismocarotajelor furnizează și primele informații stratigrafice necesare urmăririi stratelor celor mai adecvate generării undelor utile.

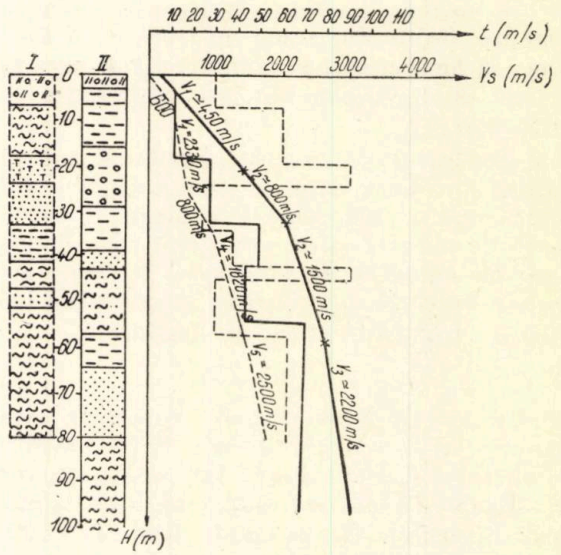


Fig. 2. Microseismocarotaje în Platforma Moesică.

În baza acestora s-a trecut apoi la determinarea adîncimii și cantității optime de lucru, întocmindu-se grafice ale dependenței amplitudinii și frecvenței impulsurilor înregistrate față de acești parametri. Înregistrările au fost făcute pe dispozitive scurte, amplasate la circa 250 m de punctul de explozie, distanța între geofoni fiind de 1 m. Utilitatea acestor lucrări a fost dovedită prin rezultatele imediat obținute, care au pus în evidență necesitatea aplicării a diferite metode de lucru de la zonă la zonă. Astfel, lucrările efectuate în cîteva puncte din zona centrală a Platformei Moesice (est și vest de București, pînă aproape de Olt) (fig. 3) au stabilit că $H_{optim} = 20 - 40$ m și $Q_{optim} = 3-10$ kg, parametrii ce verifică în general și condițiile existente în Platforma Moldovenească (fig. 4).

Din graficele f(H) (fig. 3—5) se constată că mărirea adîncimii de împușcare duce uneori la îngustrarea benzii frecvențelor înregistrate. În zona de la vest de Olt a Platformei Moesice (fig. 5) parametrii au valoarea $H_{optim} = 70$ m și $Q_{optim} = 15-20$ kg.

Din graficele citate (fig. 4, 5) se vede însă că în zona intermediară a Platformei Moldovenești (fig. 4) și în zona de la vest de Olt a Platformei Moesice (fig. 5), indiferent de adîncimea de împușcare și cantitățile folosite, de pe înregistrările făcute nu pot fi eliminate undele parazitare. Graficul din figura 3 arată că la adîncimea aproximativă de 30 m se obțin o maximă amplitudine a înscrierilor utile și o eliminare totală a undelor parazitare. În cazul lucrărilor prin metoda de corelare pe profile

xe

Külső raktári kér

KÖLCSÖNZÉSHEZ

E 1443

raktári jelzet

SZERZŐ:

CÍM: 1963./12

Kölcsönzőjegy száma: NEVIKI 0/46

Kelt 87. XI. 17

continue a undelor refractate, lucrările urmăresc aceeași idee. Tabloul ondular, obținut prin înregistrări pe porțiuni de profil (15—20 km), în toate cazurile, funcție de tipul stației (24, 26 sau 60 de canale), dispozitivele de înregistrare se împart în două sau patru tronsoane,

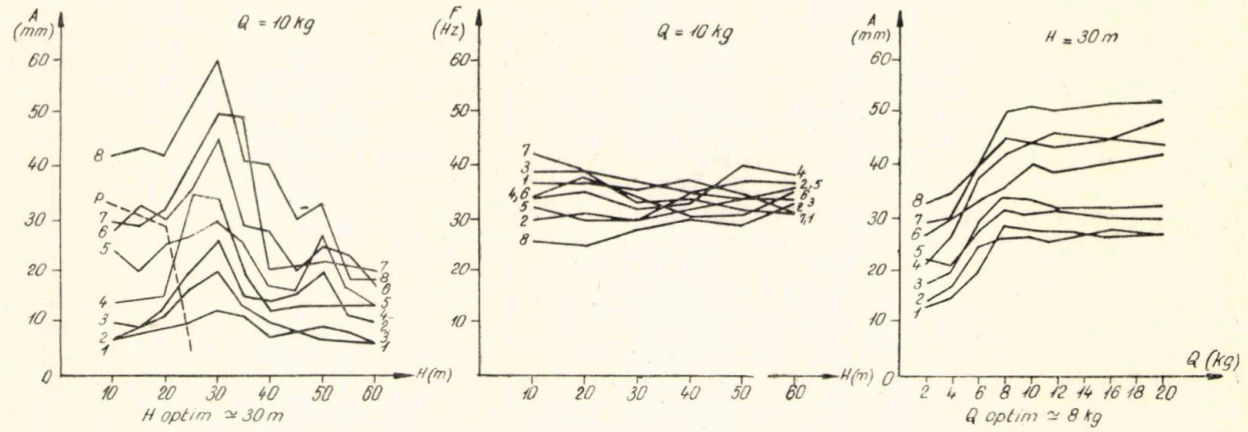


Fig. 3. Punct de experiențe în zona centrală a Platformei Moesice:
P — undă parazitară; *1—8* — unde utile.

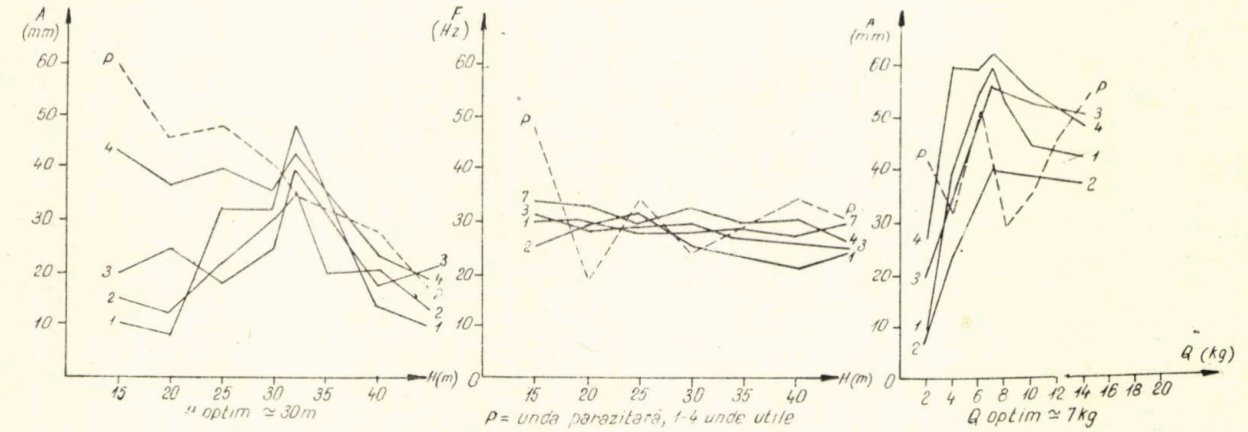


Fig. 4. Punct de experiență în zona intermediară a Platformei Moldovenești:
P — undă parazitară; *1—4* — unde utile.

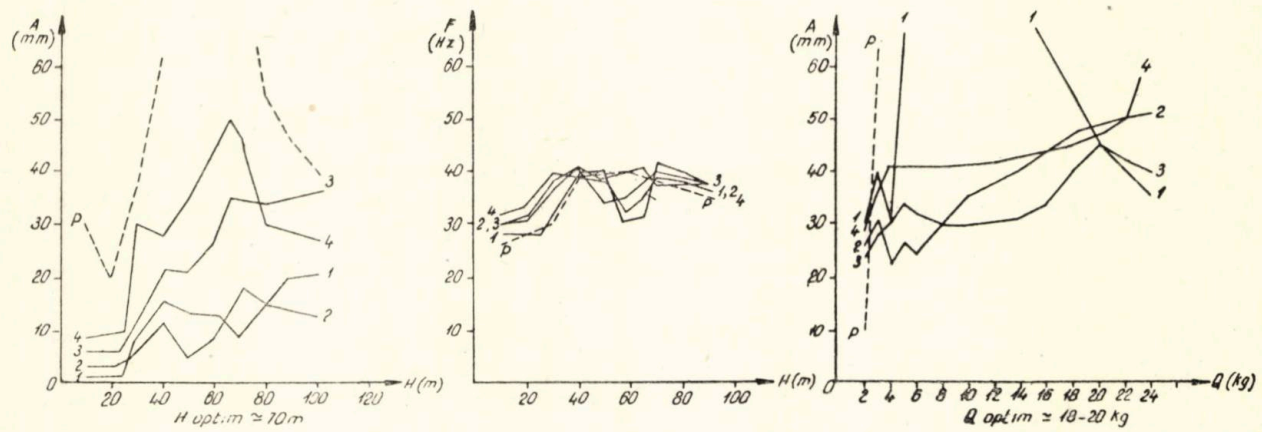


Fig. 5. Punct de experiență în zona vest Olt, Platforma Moesică:
P — undă parazitară; *1—4* — unde utile.

în condițiile determinate în prima fază a lucrărilor experimentale, a dus la stabilirea tipurilor de unde și a filtrajului de lucru. pentru a se realiza înregistrări în condiții absolut identice pentru diferiți parametri ai aparaturii.

Lucrările experimentale în totalitatea lor jalonează încă de la începutul campaniei condițiile de lucru, indicînd (fig. 4 și 5) eventuala necesitate a aplicării unei metodici speciale. Se constată că executarea lucrărilor experimentale, într-un număr de puncte pe suprafața ce urmează a fi prospectată, dă posibilitatea medierii datelor obținute mărind astfel eficacitatea acestora.

Lucrările de înregistrare a undelor reflectate cu caracter productiv s-au făcut cu una sau două stații cuplate, dispozitivele acoperind fie intervalul dintre punctele de împușcare, fie distanța necesară obținerii unui hodograf complet.

Lungimea unui hodograf variază de la 480 la 1 200 m, iar distanța dintre canale de la 15 la 40 m. S-a insistat în mod deosebit pentru trasarea unor profile rectilinii, lucru realizat în lungimi chiar mai mari de 20 km. La înregistrarea undelor refractate s-a folosit un tren de stații, lungimea unui dispozitiv atingînd 12 000 m, distanța dintre canale fiind de 50 sau 100 m, iar distanța maximă între punctele de generare și recepție ajungînd la circa 24 km. Observațiile s-au făcut după sistemul hodografilor reciproci și urmăritori, distanța dintre punctele de generare a undelor fiind de 5 km pentru undele de adîncime și de 2,5 km pentru cele de suprafață. Împușcările s-au executat, în general, în sonde grupate, cantitățile de explozibil variind între 5 și 500 kg, în funcție de adîncimea limitei urmărite.

O atenție deosebită s-a acordat și trebuie acordată lucrărilor pentru determinarea vitezelor medii de propagare în întreg mediul seismic cercetat. Astfel numai în Platforma Moesică s-au executat pînă în anul 1963 un număr de 61 seismocarotaje, atît în sonde netubate cît și tubate. Pasul geofonului a fost în general de 25 m și, mai rar, de 50 m, adîncimea maximă carotată fiind de 3 400 m. Generarea impulsurilor s-a făcut din grupuri de sonde situate la 50—100 m și respectiv, 300—500 m de sonda carotată. În multe cazuri înregistrările s-au făcut cu doi geofoni înseriați. Valoarea rezultatelor lucrărilor de seismocarotaj crește atunci cînd se folosesc cel puțin cinci geofoni de control pe suprafață și cînd se înregistrează un dispozitiv de reflexie pentru identificarea diferitelor orizonturi reflectatoare prin comparare cu diagrama vitezei de strat, coloana stratigrafică a sondei și diagramele carotajului electric.

Cu tot numărul mare de seismocarotaje executate, nu se poate spune că lucrările seismice de la noi au avut suficiente date de viteză necesare asigurării unei precizii mărite a rezultatelor.

Existența în fapt, dar nedepistată, a unei variații pe orizontală a vitezei de propagare duce la eronarea rezultatelor.

Din corelarea datelor de viteză obținute într-o serie de sonde prin lucrări de seismocarotaj, se constată prezența unui puternic gradient descrescător de la sud spre nord al valorilor vitezelor medii, provocat atît de variația în

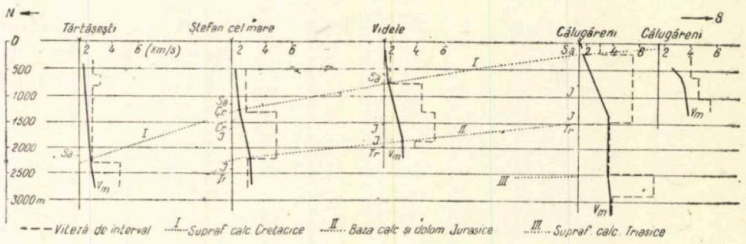


Fig. 6.

grosime a pachetelor dure, cît și de poziția față de suprafață a acestora (fig. 6). Se observă, de exemplu, că pe această direcție, la nivelul de 1 500 m, în zona Călugăreni, valorile vitezei medii ating circa 4 000 m/s, pe cînd în nord, în zona Tărtășești, acestea au o valoare de circa 2 200 m/s.

Pe direcția est-vest variațiile de viteză înregistrate sînt mult mai mici (maximum 600 m/s), cu toate că se înregistrează variații de facies de aceeași amploare sau chiar mai mari decît pe direcția NS, însă acestea au loc, după cum se vede din figura 7, la o adîncime mult mai mare (sub 1 000 m). S-a constatat că variațiile introduse în valorile vitezei medii sînt cu atît mai puternice cu cît pachetul cu viteze mari este cantonat mai la suprafață. În această privință un exemplu sugestiv este dat în figura 8, în care comparația diverselor curbe de viteză medie, obținute la sud-vest și vest de București, arată cum valorile mari de viteză

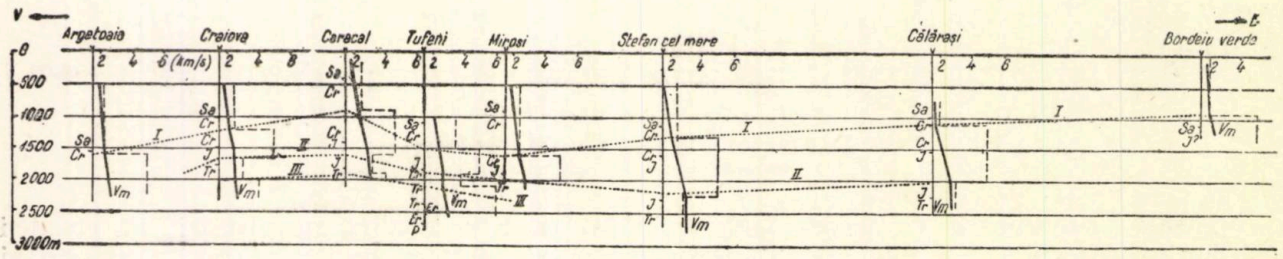


Fig. 7.

medie, provocate de formațiunile dure din apropierea suprafeței, influențează și valorile formațiunilor din profunzime. Astfel între zona Călugăreni (fig. 8), unde formațiunea dură se

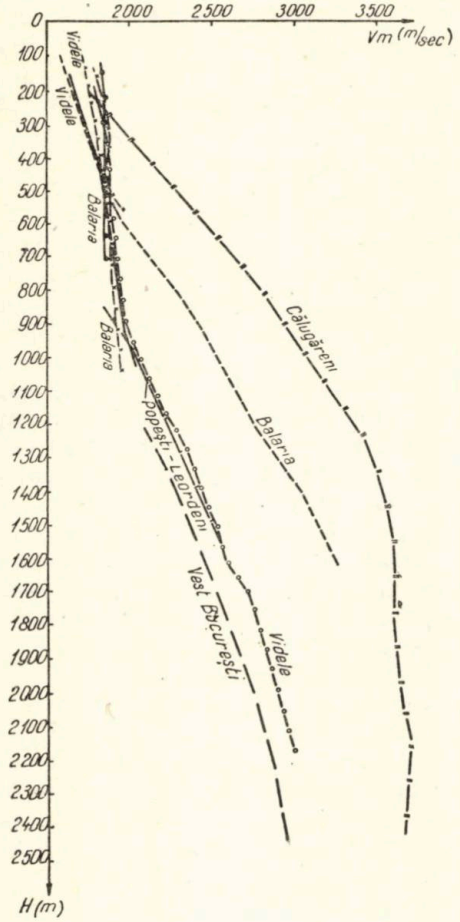


Fig. 8.

plasează la circa 300 m de la suprafață, și zona vest București unde formațiunea dură apare la 1 300 m, la nivelul de 2 500 m, se mai constată o diferență de viteză medie de 700 m/s.

O situație și mai dificilă a fost întîlnită în zona Studina, unde sînt prezente schimbări bruște ale adîncimii suprafeței calcarelor cretacice. Aceasta generează un gradient puternic al vitezei de propagare pe orizontală, care, apărînd pe distanțe relativ mici, în secțiunile seismice, grefează structuri false pe căderea generală a orizonturilor.

Din studiul celor două profile (fig. 6 și 7) se mai constată că suprafața pachetului cu viteză mare (lim. I), care constituie o limită bună de refracție și în anumite condiții chiar și un orizont caracteristic de reflecție, nu își păstrează aceeași poziție pe scara stratigrafică, ci el variază din sarmațianul inferior pînă în cretacicul mediu, acest lucru explicînd anumite neconcordanțe între limitele seismice și cele stratigrafice.

Executarea operațiilor de seismocarotaj în toate sondele de prospecțiune și explorare, similară ca volum și ritmicitate cu operațiile de carotaj electric, ar pune la dispoziția prospectorilor, în afara datelor de viteză necesare interpretării corecte a măsurătorilor seismice, un nou mijloc destul de eficace pentru corelarea datelor de sondă.

De asemenea, este necesar în asemenea zone să se execute masiv lucrări pentru determinarea vitezei medii de propagare, atît pe profilele din rețea cît și pe dispozitive special înregistrate la numărul maxim posibil.

*

Pe cuprinsul ambelor unități structurale cu caracter de platformă din țara noastră s-au întîlnit zone în care lucrările experimentale, limitate la cele expuse mai înainte, nu au dus la înregistrarea unui material interpretabil, remarcîndu-se prezența unor puternice unde superficiale, unde refractate, reflectate, unde multiple sau unde difractate, fără posibilități de individualizare.

Tablourile de unde alcătuite au pus în evidență în anumite zone prezența unor puternice unde perturbatoare. Astfel, în zona Plenița apar două unde superficiale cu $V_1^* = 464$ m/s și $V_2^* = 700$ m/s, care perturbează înscrierile pînă la circa 1,3 s. În zona de la SV de București s-au înregistrat puternice unde perturbatoare cu $V^* = 150-300$ m/s, care interferează undele utile între 1 și 3″ (fig. 9). În zona Ciulnița undele superficiale au $V^* = 360$ m/s și alterează înscrierile utile pînă la peste 1,4″. În zona Secuieni apar puternice unde superficiale cu $V^* = 400-600$ m/s și cu un raport semnal/zgomot de 1/3. În zona sud Găiești undele superficiale înregistrate au $V^* = 680$ m/s, exemplele care pot fi citate fiind numeroase.

În general raportul semnal/zgomot determinat în asemenea zone este cuprins de la valori egale cu unitatea pînă la valori de 1/3 și chiar 1/4.

Întrucît zonele de platformă sînt caracterizate de structuri întinse cu amplitudine mică și deci cu înclinări mici, este obligatoriu ca urmărirea orizonturilor reflectatoare să se facă pe distanțe cît mai mari, pentru asigurarea preciziei necesare. Acest lucru nu se poate realiza decît căutînd să se elimine fondul perturbator, pentru ca undele utile să poată fi urmărite în condiții optime.

Eliminarea acestor unde superficiale s-a făcut în cea mai mare măsură prin grupări de geofoni și sonde. Aplicînd sistemele de calcul cunoscute în funcție de datele obținute din lucrările experimentale, s-a reușit ca, în general, calitatea materialului seismic să fie simțitor îmbunătățită. În general se poate spune că în

zonele de platformă grupările au avut următorii parametri:

- distanța dintre canale 20 m;
- baza grupei de geofoni 20—40 m;
- distanța dintre geofoni în grupă 2—5 m;
- numărul de geofoni în grupă 7—15;
- numărul de sonde în grupă 4—11;
- distanța dintre sonde 3—5 m.

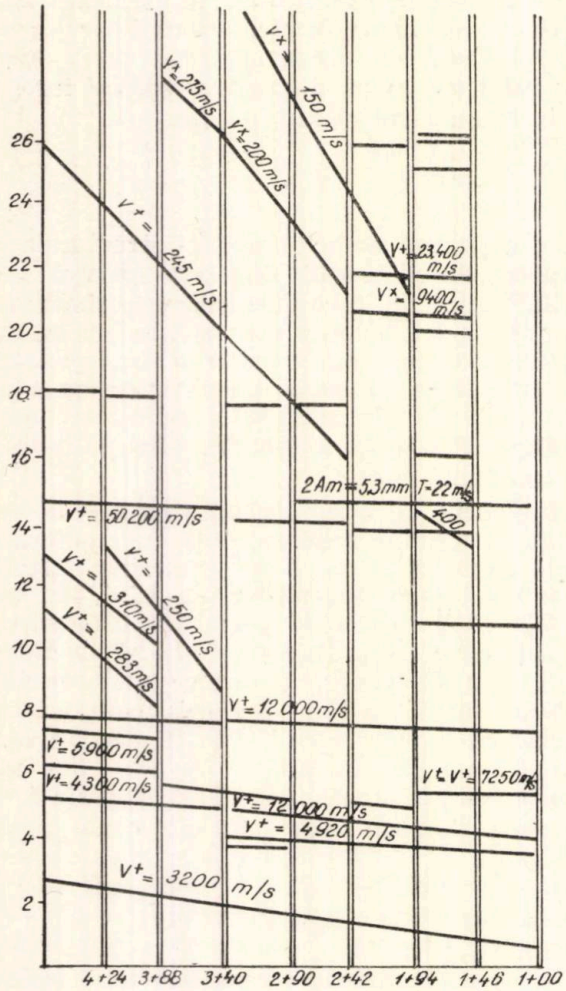


Fig. 9. Tablou de unde din zona Ghimpați (SV București). Scara orizontală 1 : 5 000; scara verticală 1 mm = 0,040 s.

O astfel de grupare în anumite cazuri a mărit raportul semnal/zgomot pînă la valori de 1/0,6, pentru a cărui îmbunătățire, însă, s-a făcut necesară mărirea numărului de geofoni în grupă pînă la 36.

La stabilirea celor mai adecvați parametri ai grupării s-a ținut cont și de randamentul total al lucrărilor, în vederea alegerii metodicii de lucru celei mai rapide, cu prețul de cost cel mai scăzut și la un nivel calitativ superior. Un exemplu îl constituie lucrările din zona Secuieni, unde de la început a fost încercată gruparea a 40 de sonde de mică adîncime (10 m), înregistrările făcîndu-se cu cîte un singur geofon pe canal. Rezultatele obținute au fost nesatisfăcătoare (fig. 10). În continuare s-au experimentat grupări de geofoni și de sonde (după F.M. Goltman), calculele indicînd 11 geofoni pe canal pe o bază de 50 m și nouă sonde pe o bază de 32 m. Din materialul înregistrat citățm (fig. 11) seismograme obținute pe același dispozitiv, într-o întreagă gamă de combinații, în ideea determinării numărului minim optim de sonde în grupă, precum și în condiții de reciprocitate între gruparea de sonde și de geofoni. Înregistrările au fost făcute cu o stație cuplată la gruparea de geofoni, iar alta de același tip cuplată numai la geofonii centrali ai grupelor a înregistrat simultan.

Prin aceste măsuri s-a realizat maximum de identitate între înscrieri, necesare unei juste comparații între diferiții parametri de lucru. Analizînd seismogramele (fig. 11) se poate trage concluzia că efectul grupării geofonilor este mult mai puternic decît cel al grupării de sonde. În același timp se vede clar cum calitatea materialului se îmbunătățește de la poziția *F* (1 geofon—canal—1 sondă) la poziția *A* (11 geofoni—canal—9 sonde), atît în ceea ce privește numărul reflexiilor cît și claritatea acestora.

În această zonă s-au ales pentru lucru productiv parametrii de la poziția *B* (fig. 11), iar în anumite cazuri chiar cei de la poziția *C* (fig. 11), care, prin comparație cu cei de la poziția *A*, reduc simțitor volumul de foraj, asigurînd totuși o calitate corespunzătoare materialului înregistrat.

Îmbogățirea materialului înregistrat și deci a informațiilor obținute iese și mai bine în evidență, comparînd secțiunea unui profil înregistrat cu un singur geofon pe canal (fig. 12) cu secțiunea aceluiași profil cu aplicarea grupării (fig. 13) fără schimbarea celorlalți parametri, din care rezultă că s-a realizat corelarea pe distanțe lungi și a limitelor reflectante aparținînd formațiunilor de deasupra orizontului caracteristic.

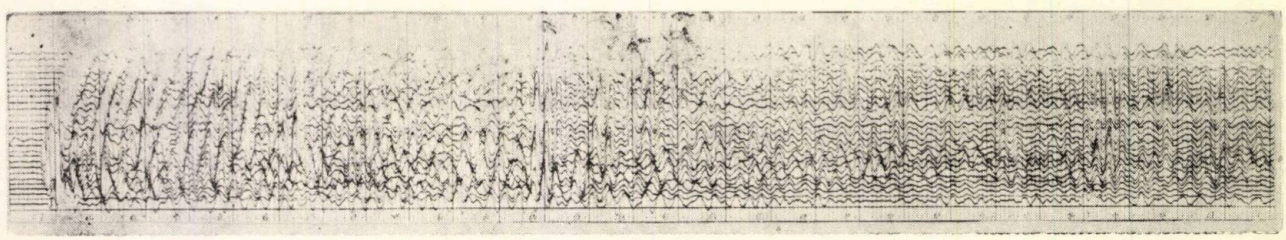


Fig. 10.

În zona Pleniţa s-a încercat îmbunătăţirea materialului seismic prin înlocuirea grupărilor de geofoni şi sonde cu sisteme interferenţiale realizate din aparatură.

mului interferenţial din aparatură (fig. 16), în comparaţie cu o înregistrare clasică (fig. 17), nu duce la obţinerea de impulsuri false.

Exemple la fel de semnificative ce pledează

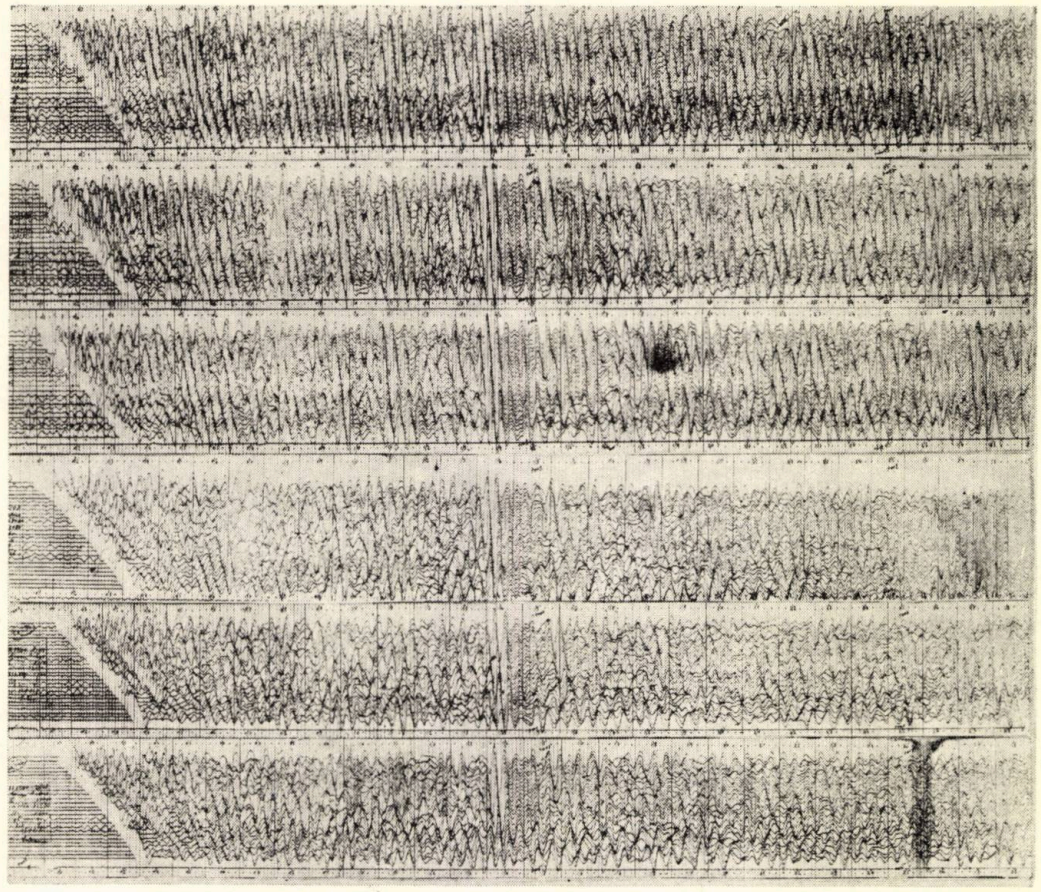


Fig. 11.

După o serie de experienţe s-a ajuns la concluzia că sistemele interferenţiale din aparatură, în anumite condiţii, pot realiza o îmbunătăţire a calităţii materialului, similară cu grupări fizice echivalente (fig. 14, 15).

Din înregistrările efectuate într-o zonă cu material bun s-a constatat că aplicarea sistecert în favoarea grupărilor pot fi citate din multe zone.

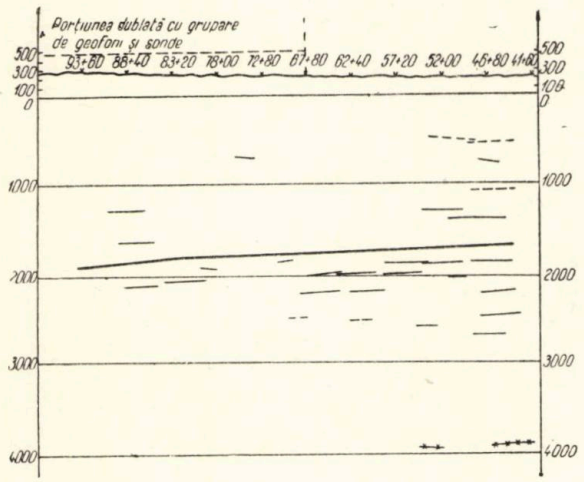


Fig. 12 (fără grupare).

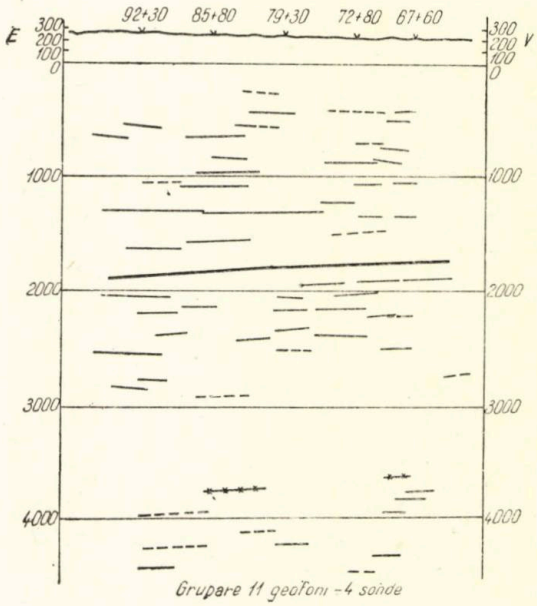
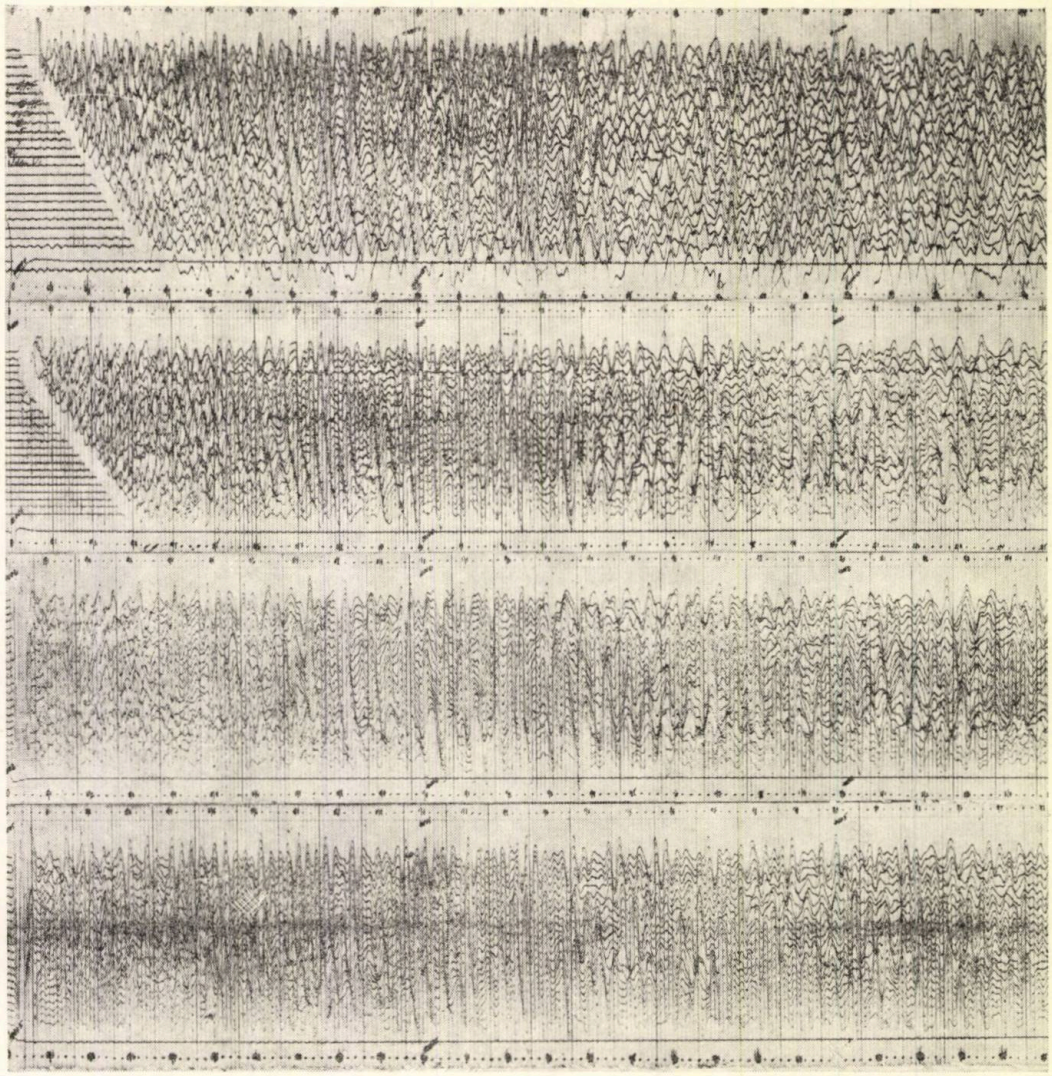


Fig. 13. Grupare 11 geofoni — 4 sonde.



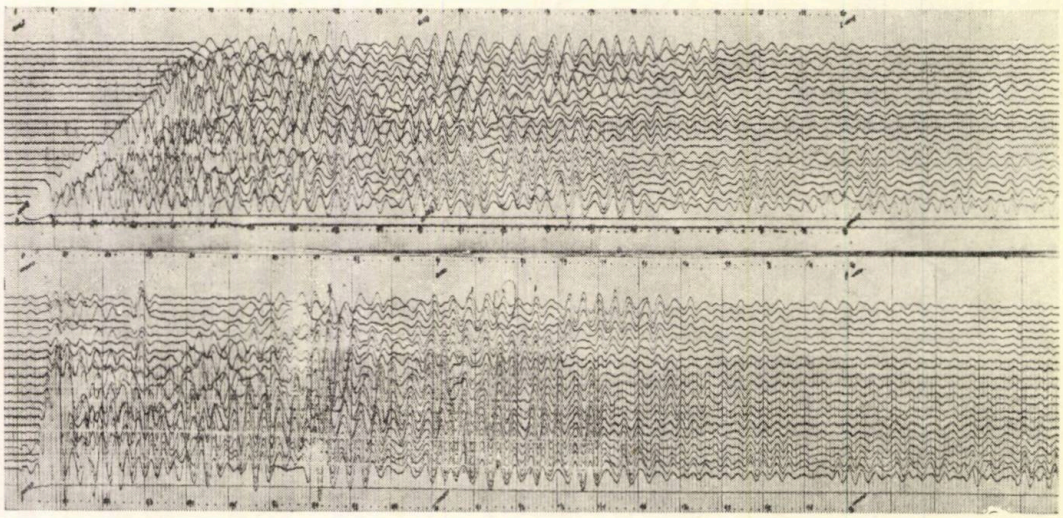
A 1 sondă;
1 geoton/canal.

B 1 sondă;
2 geofoni/canal;
distanţa 50 m.

C 1 sondă;
1 cutie de
conexiune;
baza 75 m.

D 1 sondă;
2 cutii de
conexiune;
baza 75 m.

Fig. 14.



A sonde;
geofon/canal.

B 9 sonde;
1 cutie de
conexiune;
2 geofoni/canal.

Fig. 15.

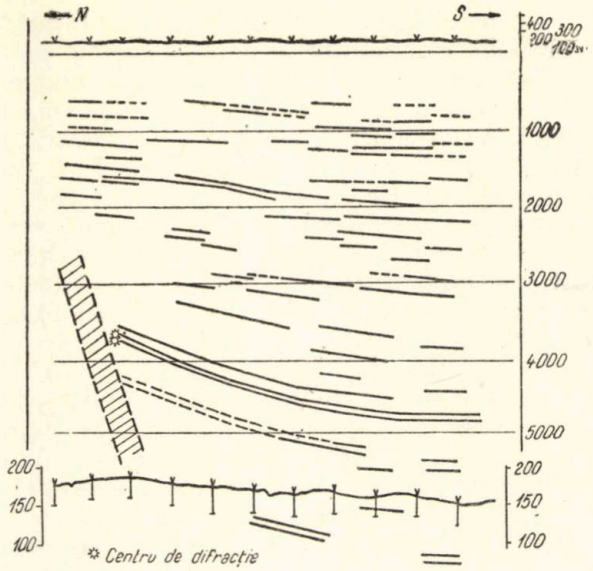


Fig. 16.

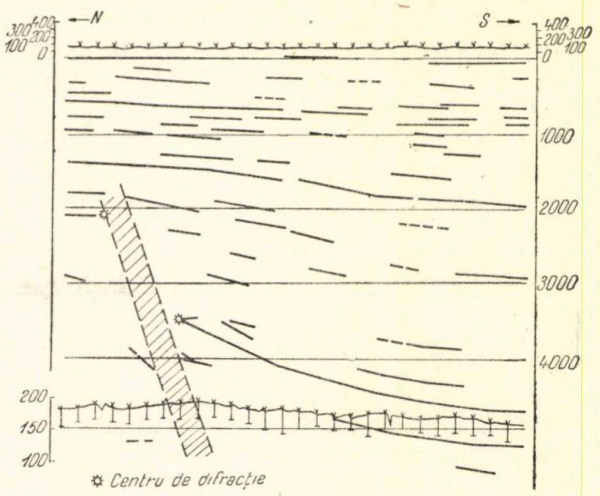


Fig. 17.

*

Dintre undele care se înregistrează pe materialul seismic și care pot fi considerate ca unde reflectate s-a putut dovedi, în cazuri din ce în ce mai numeroase, că multe au o altă origine, un alt drum de propagare.

Interpretarea greșită a naturii undelor duce la construirea pe secțiunile seismice a unor orizonturi false, urmată inevitabil de denaturarea realității tectonice.

În lucrările executate mai ales în zone de platformă, pe de o parte infirmarea de către lucrările de foraj a unor rezultate geofizice, iar pe de altă parte imposibilitatea interpretării materialului în anumite zone au impus cercetări pentru alegerea căilor adecvate determinării originii undelor înregistrate și bineînțeles a unor procedee de înregistrare care să ducă la eliminarea undelor cu altă origine decît a celor reflectate.

Ca zone mai dificile în ceea ce privește obținerea unui material seismic interpretabil putem cita în Platforma Moesică zona în care formațiunile neocomiene alcătuite din calcare și dolomite, situate la mică adîncime, sînt acoperite de formațiuni marno-cretoase și de un pliocen subțire, creînd astfel condiții de generare a unui puternic fond de unde, care la o primă impresie pot apărea parazitare, dar care s-a dovedit că cuprind întreaga gamă de unde multiplu reflectate, difractate și parazitare propriu-zise.

În Platforma Moldovenească, în zonele în care fundamentul paleozoic suportă un complex sedimentar subțire (sub 1 000 m) sau unde sînt prezente orizonturile de calcare din sarmațian (în est) sau de anhidrit tortonian (în vest), s-au înregistrat poate cele mai tipice exemple de reflexii multiple (fig. 18, 19).

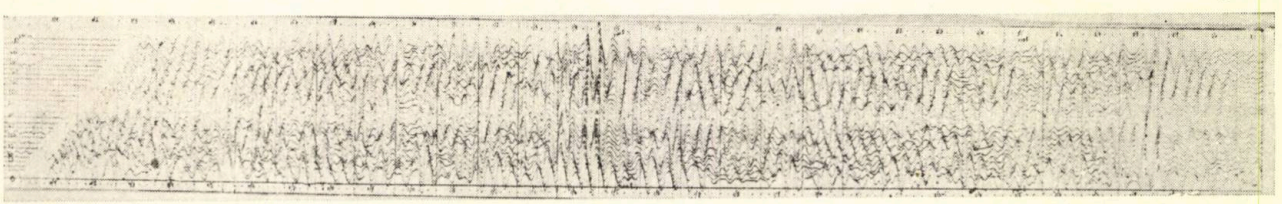


Fig. 18.

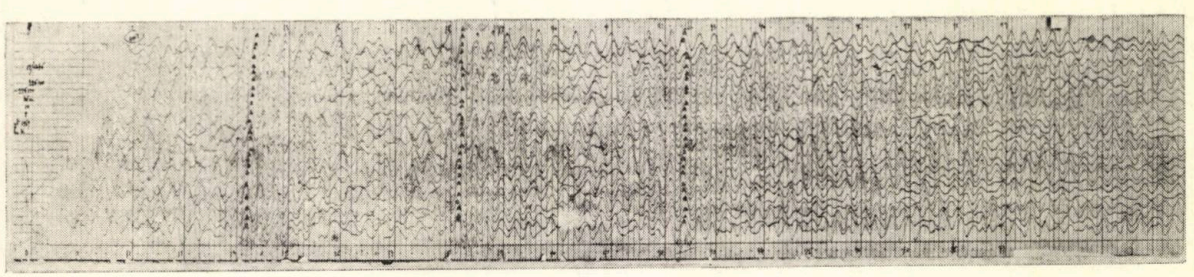


Fig. 19.

Experimental și practic s-a dovedit în lucrările făcute că prezența limitelor cu contraste mari de rezistivitate acustică duce la înregistrarea undelor multiplu reflectate.

În prezent sînt de asemenea cunoscute din literatura de specialitate o serie de criterii ce ajută la recunoașterea undelor multiple, plecînd de la relațiile existente între parametrii hodografilor hiperbolici ai reflecțiilor normale și ai celor multiple și mergînd pînă la folosirea caracteristicilor dinamice ale undelor.

Situațiile cele mai dificile iau naștere în momentul în care reflexiile multiple sînt provocate de o limită orizontală, aflată la mică adîncime, în timp ce reflexiile normale provin de la orizonturi înclinate. În cele mai multe cazuri interferențele care iau naștere complică, dacă nu chiar compromit, identificarea axelor de simfază, în același timp fiind și foarte greu de deosebit o asemenea interferență a undelor multiple cu reflexiile normale de interferența reflexiilor normale provenite de la orizonturi discordante.

Condițiile de înregistrare a undelor multiplu reflectate sînt încă insuficient studiate la noi și chiar și în alte țări, lucrările experimentale continuînd.

Pentru a se putea totuși răspunde cît mai corect problemelor geologice puse de dezvoltarea forajului de explorare este necesar ca prospectorii geofizicieni în asemenea situații să aplice întreaga gamă de criterii de recunoaștere a undelor multiplu reflectate, indicate în literatura de specialitate, urmînd ca pentru eliminarea lor din înregistrări să se aplice diferite procedee tehnice.

*

O altă categorie de unde care îmbracă același dublu caracter, de a fi perturbatoare pentru undele utile dar depistate, putînd fi folosite în prospecțiune, o constituie undele difractate, dintre care o atenție deosebită trebuie acordată celor legate de existența accidentelor tectonice.

În general difracția reprezintă totalitatea fenomenelor ce apar atunci cînd în drumul undelor intervin obstacole cu dimensiuni comparabile, sau mai mici, ca ordin de mărire, cu lungimea de undă a acestora, obstacole sau discontinuități care opresc acțiunea unor porțiuni ale frontului de undă, putînd astfel lua naștere fie unde determinate de tectonica zonei, faliei, schimbări de pantă (unde direct difractate, reflectate-difractate, refractate-difractate), fie unde determinate de diverse neuniformități ale zonei superficiale.

În prospecțiunea zonelor de platformă determinarea accidentelor tectonice capătă o importanță deosebită, prin legătura ce există între acestea și zonele de acumulare a hidrocarburilor, apărînd astfel evidentă necesitatea depistării undelor difractate. Se poate folosi faptul că undele difractate au viteze aparente mici în comparație cu cele reflectate.

De asemenea, undele difractate se amortizează repede, cu distanța de la punctul de difracție. Aceasta se combină și cu divergența mare cauzată de variația deosebită a razei de curbură a frontului de undă.

În ideea îmbunătățirii corelării undelor difractate și a separării lor de undele reflectate s-au folosit profile cu dispozitive scurte împușcate central.

Materialele obținute din care prezentăm ca exemplu un bloc de seismograme înregistrate, cu rezultate deosebit de favorabile și mai rar întîlnite în Platforma Moesică (fig. 20), ne-au permis să facem și alte cîteva observații. S-a putut constata că energia undelor reflectate este mai puternică decît a celor difractate, astfel că la interferența acestor două tipuri de unde cea reflectată deformează sau chiar o acoperă pe cealaltă. Această afirmație vine să justifice și slaba calitate sau chiar dispariția undelor difractate în zona timpului minim, deci chiar acolo unde aceste unde transportă cea mai mare cantitate de energie.

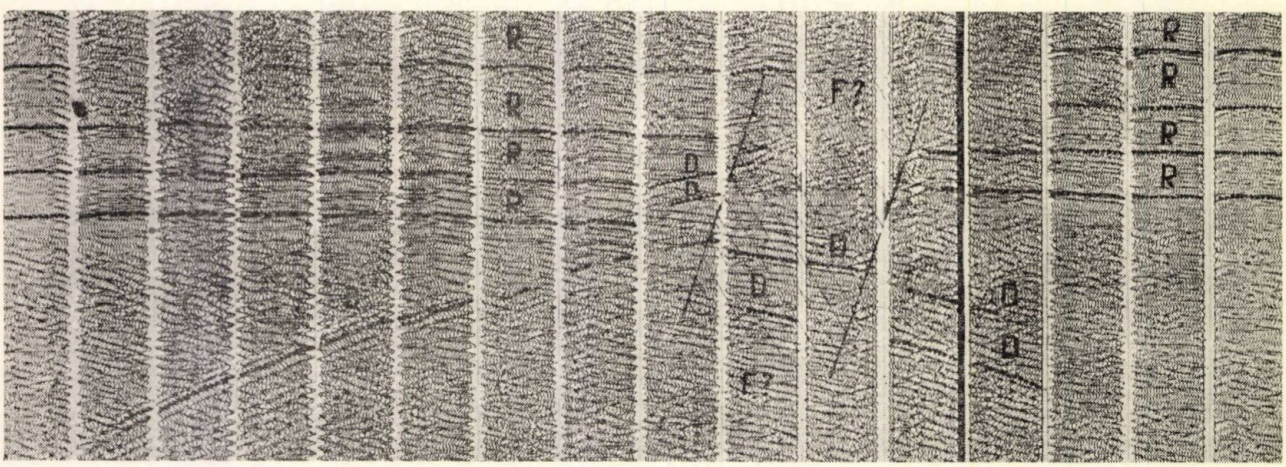


Fig. 20.

S-a remarcat de asemenea, în marea majoritate a cazurilor, că undele difractate cele mai puternice și mai ușor corelabile se înregistrează în zona blocurilor coborîte ale accidentelor tectonice. Corelarea poziției aproximative de minimum a undelor difractate cu poziția orizonturilor reflectatoare (fig. 20) poate duce chiar la o interpretare a poziției în spațiu a accidentului tectonic.

Pentru a mări valoarea rezultatelor prezentate este necesară detalierea zonelor de fractură prin profile amplasate la distanțe de 1 km sau mai puțin între ele. Plasarea punctelor în care s-au înregistrat unde difractate pe diferite profile, pe un aliniament logic față de condițiile tectonice existente, este un argument în plus pentru interpretarea acestor unde ca aparținînd zonelor de falii.

Ca metodă de construcție s-a folosit cea a învelitoarei (*to*), care permite determinarea aproximativă a centrelor de difracție și, bineînțeles, folosirea unei legi de variație a vitezei cît mai corecte.

Ca urmare a detectării undelor difractate s-au pus în evidență în Platforma Moesică o serie de zone de fractură plasate în platforma propriu-zisă, în zona intermediară și la contactul cu Depresiunea Precarpatică.

Pe baza interpretării materialului seismic s-a putut preciza existența în zona de platformă a unei alternanțe de blocuri, coborîte și ridicate, pe coborîrea generală spre nord (fig. 20). De asemenea, s-a precizat și modul cum se face contactul dintre platformă și depresiune, treaptă simplă în anumite zone (fig. 21), sau încălecarea formațiunilor depresiunii peste cele ale platformei (fig. 22).

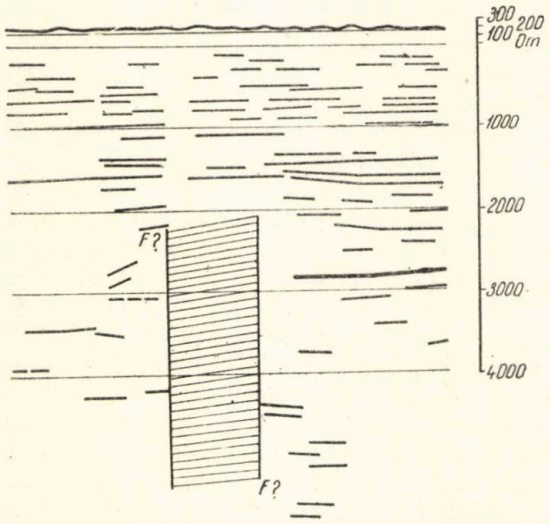


Fig. 21.

Se întîlnesc multe situații în care, cu toate că s-au asigurat condiții optime de generare și recepție, continuitatea corelării este deranjată, fără a se remarca prezența undelor difractate. Este un prim indiciu că ne putem afla în prezența unui accident tectonic, fapt ce impune o analiză amănunțită a tuturor particularităților înregistrate. Situația cea mai simplă se întîl-

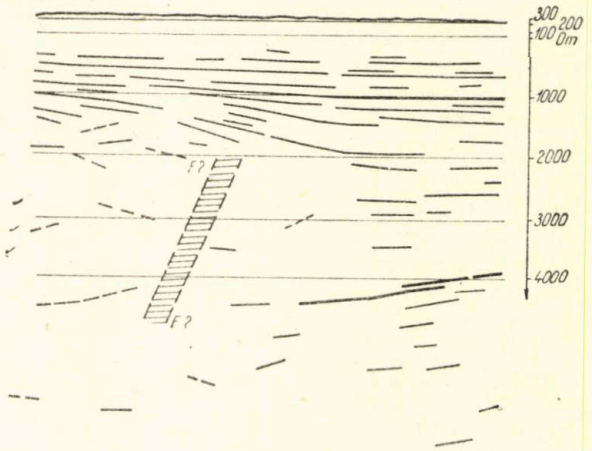


Fig. 22.

nește cînd prospectăm în prezența unui orizont caracteristic, aplicînd în corelare atît criteriile dinamice cît și cele cinematice, de identificare a undelor.

Pierderea parțială a caracterelor dinamice, urmată de dispariția pe anumite porțiuni a orizontului caracteristic, și regăsirea lui după aceea în altă poziție în timp marchează cu suficientă precizie prezența faliei și raporturile blocurilor între ele. În secțiunea prezentată (fig. 23) faliile sînt marcate cu semne de întrebare numai din cauza datelor insuficiente avute asupra vitezei medii de propagare, care face ca valoarea săriturii faliei să fie aproximativă. De asemenea, această secțiune arată în mod evident afundarea în trepte a platformei spre zona depresionară.

Situații mai complicate dar care se întîlnesc mai frecvent sînt acelea în care zonele lipsite de material nu pot fi corelate în interpretare cu prezența undelor difractate sau a orizonturilor caracteristice, sau cînd sînt prezente în anumite locuri pe secțiuni orizonturi dispuse discordant. Cauzele se pot datora accidentelor tectonice, sau pot avea și altă natură. De asemenea prezența accidentelor tectonice de mică amplitudine, adică a acelora care provoacă decalaje ale axelor de simfază mai mici decît durata impulsului seismic, este greu sesizabilă.

În aceste cazuri materialul seismic trebuie supus unei deosebit de amănunțite analize. Scăderea intensității înregistrării pe un număr limitat de canale, variația formei impulsului, așezarea haotică pe secțiuni a cîtorva orizonturi reflectatoare sînt indicații asupra prezenței accidentelor tectonice. Din rutină, în multe cazuri, nu se iau în considerare asemenea indi-

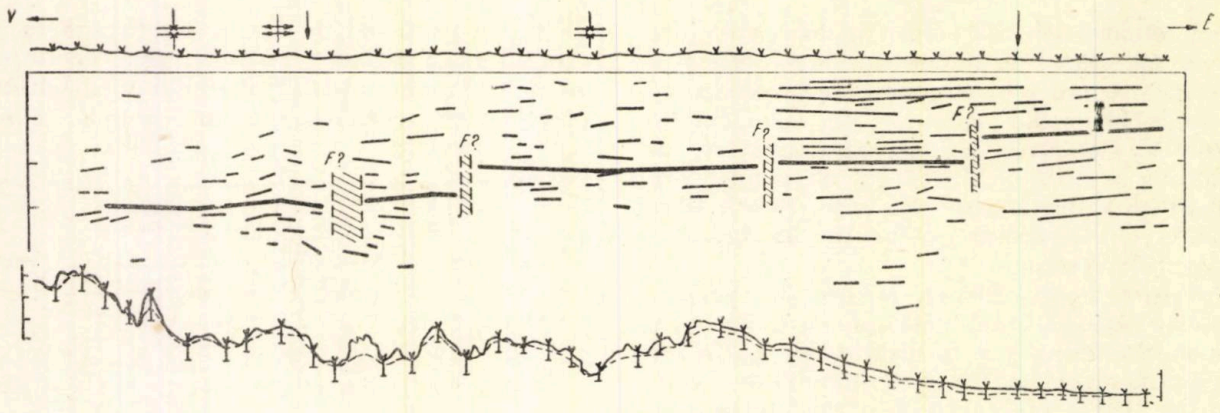


Fig. 23.

cații privînd astfel rezultatele prospecțiunii de informații prețioase sau chiar putînd să se falsifice aspectul tectonic existent. Este cunoscut modul cum iau naștere și cum se propagă undele difractate. Interpretarea greșită a acestora, respectiv corelarea și construirea lor (prin metoda intersecției) ca și cum ar fi unde reflectate (fig. 24) duc pe secțiunea seismică la apariția unor orizonturi haotic dispuse (D_1, D_2) față de ansamblul undelor reflectate (R_1, R_2).

Imaginînd construirea în extindere a orizonturilor real reflectatoare (fig. 24) care va adăuga secțiunii încă o serie de limite practic orizontale, poziția orizonturilor D_1D_2 va deveni mai evident flagrantă.

Este necesar să se accentueze faptul că nu întotdeauna înregistrarea undelor difractate, lipsa materialului seismic pe anumite porțiuni,

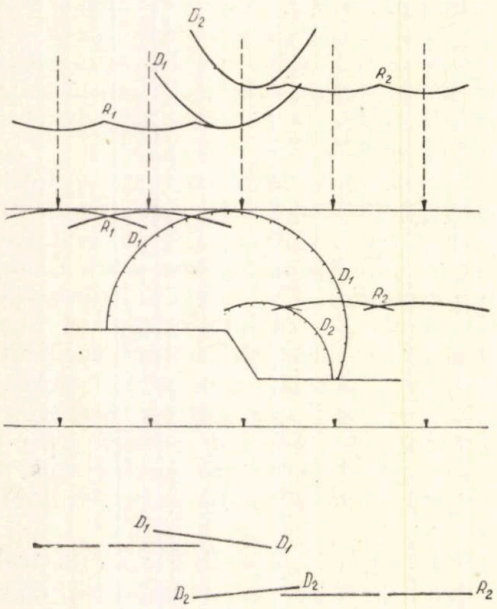


Fig. 24.

existența unor orizonturi haotic dispuse, sau celelalte efecte tratate mai sus au drept cauză existența unor accidente tectonice. Schimbările de pantă, discordanțele, treptele structurale sau de eroziune, neomogenitățile zonei superficiale, dezvoltarea accidentală a biohermelor de dimensiuni reduse în pachete predominant marnoase, sînt de asemenea cauze care pot duce la obținerea unor rezultate asemănătoare. În același timp sînt zone în care, deși există accidente tectonice cunoscute, dezvoltarea masivă a formațiunilor terigene slab consolidate nu favorizează generarea undelor difractate (de exemplu Urziceni, Gîrbovi, Mizil). Analiza amănunțită, aplicarea în complex a diferitelor metode de lucru de teren și de interpretare, folosirea tuturor datelor geologice cunoscute în regiune sînt căi ce în asemenea situații duc la ridicarea calității rezultatelor.

*

Atît în scopul obținerii unor prime rezultate cu caracter regional cît și pentru îmbogățirea informațiilor în zonele în care prin recepționarea undelor reflectate nu se obținuse un material seismic interpretabil din 1958 s-a aplicat metoda de corelare pe profile continue a undelor refractate (K.M.P.V.).

Din literatura de specialitate bazele fizice ale acestei metode sînt binecunoscute. În K.M.P.V. se folosesc atît primele sosiri cît și sosirile ulterioare, aplicîndu-se, ca și în metoda undelor reflectate, principiile corelării pe fază a undelor, folosind în mod deosebit caracterele lor dinamice. În general caracteristicile principale ale acestei metode sînt determinate de particularitățile fizice ale undelor refractate din mediile geologice reale.

Atît în Platforma Moesică cît și în Platforma Moldovenească scopul lucrărilor executate prin metoda K.M.P.V. a fost de a se stabili structura geologică a formațiunilor mezozoice și, eventual, formele de relief ale fundamentului în zona în care calitatea materialului obținut prin metoda de reflecții a fost nesatisfăcătoare fie uneori din totală lipsă de material (zona sud București), fie din cauza prezenței unui strat-ecran care împiedică obținerea de infor-

mații de adîncime. O problemă deosebită în Platforma Moldovenească a constituit-o precizarea zonei de trecere de la platformă la Depresiunea Bîrladului.

Am indicat mai sus cîțiva dintre parametrii folosiți în lucrările de K.M.P.V. Mai precizăm că pentru obținerea hodografilor centralizați pe toată lungimea profilelor s-au executat împușcări exterioare pînă la o distanță de circa 15 km. În cazul profilelor nelongitudinale, provenită de la suprafața dolomitelor triasice. S-au întîlnit totuși și zone în care o dezvoltare mai mare a formațiunilor cu viteză mică cu efectele obișnuite a dus la scăderea calității materialului și la dispariția unor unde și apariția altora sau la prezența interferențelor.

Rezultatele lucrărilor sînt concretizate în secțiuni de adîncime, schițe tectonice și scheme structurale. Secțiunea unui profil seismic

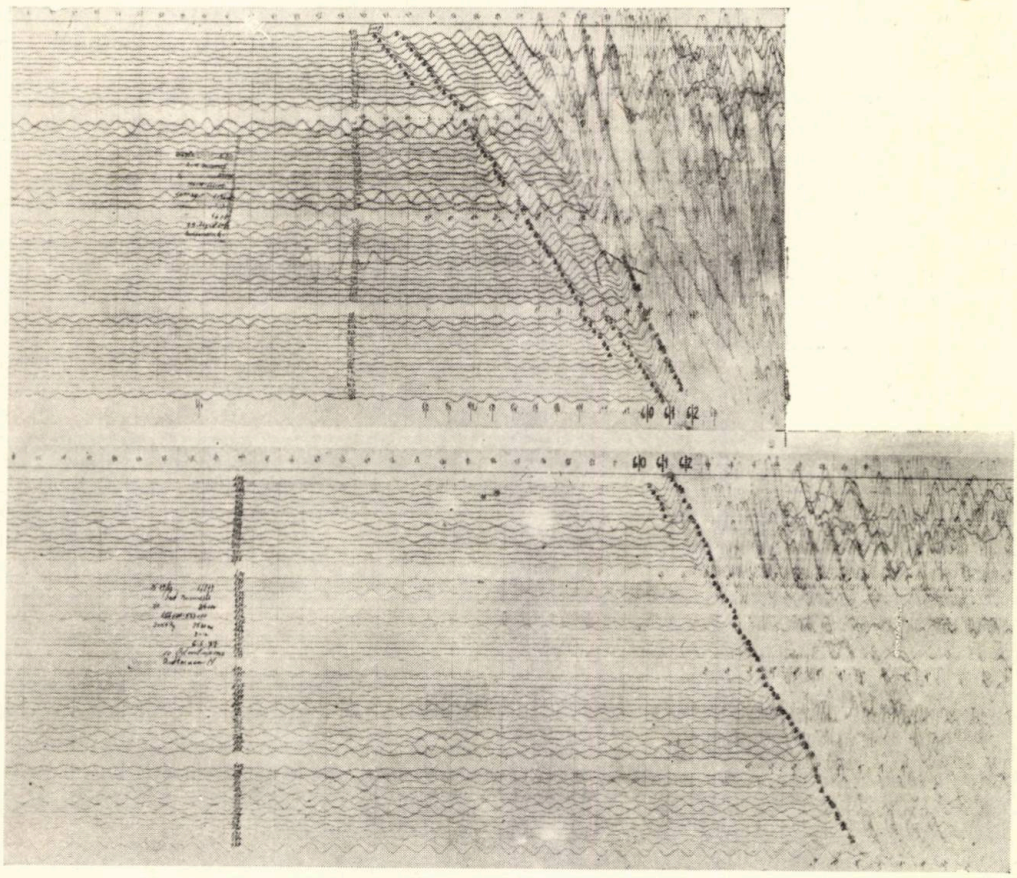


Fig. 25.

punctele de generare au fost plasate pe perpendiculara jumătății dispozitivului la o distanță pendinte de adîncimea limitei urmărite (pentru triasic circa 10—15 km).

În general, materialul seismic obținut, chiar în zone dificile ca sudul Bucureștiului, este de calitate satisfăcătoare. Din figura 25 se poate vedea trecerea, destul de ușor de urmărit, de la unda aparținînd calcarelor cretacice la unda (fig. 26) din Platforma Moesică trasat de la nord de paralela orașului Craiova pînă la Dunăre, aproximativ pe direcție nord-sud, pune în evidență prezența a trei limite refractatoare. De la nord spre sud prima undă „*C*'', atribuită cretacicului în baza datelor de sondă, apare la circa 4 km de punctul de generare și poate fi urmărită pe 7—8 km, interval ce se micșorează spre sud. Frecvența acestei unde este

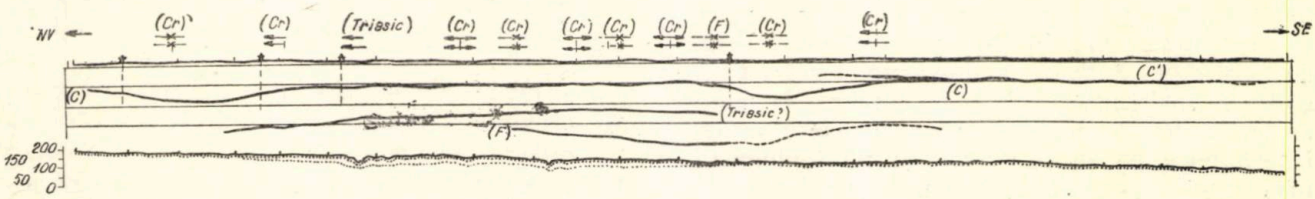


Fig. 26.

de 20—30 Hz, iar viteza aparentă de 5 000—5 500 m/s. În partea sudică a profilului se remarcă prezența unei noi unde „C^1" cu o viteză aparentă de aproximativ 5 000 m/s, deci mai mică decît a undei „C".

Individualizarea acestor unde s-a putut face deoarece ele au un domeniu comun de apariție, în care unda „C" se înregistrează în prime sosiri, iar unda „C^1" în sosiri ulterioare, trecînd în continuare spre sud în prime sosiri, în timp ce unda „C" se amortizează.

A doua undă aparținînd probabil triasicului apare la 8—9 km de punctul de generare, putînd fi urmărită pe distanța de 10—11 km. Această undă are o frecvență de circa 12—15 Hz și o viteză aparentă de circa 6 000 m/s. A treia undă înregistrată cu o viteză aparentă de circa 7 000 m/s apare la distanța de 14—15 km față de punctul de generare, putînd fi urmărită pe distanțe de 7—8 km.

În Platforma Moldovenească secțiunea unui profil executat pe o direcție NS (fig. 27) redă aproximativ de la paralela orașului Vaslui atît tectonica zonei de platformă cît și zona de trecere spre Depresiunea Bîrladului. În zona de platformă au fost înregistrate două unde refractate, una cu o viteză aparentă de 4 600—5 200 m/s, iar a doua cu o viteză de 5 000—5 600 m/s. Prima undă refractată „P", aparținînd probabil paleozoicului, se urmărește în prime sosiri pe intervale de 5—7 km, pînă la distanțe de 9—11 km de punctele de generare. În continuare, pînă la circa 12—14 km, datorită valorilor apropiate ale vitezei aparente, cele două unde interferează pe intervale de 2—4 km, după care la distanțe mari se urmărește în prime sosiri a doua undă refractată, care, uneori, în sosiri ulterioare, apare destul de clar și înaintea zonei de interferență.

O schimbare destul de bruscă în caracteristicile tabloului ondular marchează trecerea de la zona de platformă la depresiune. Aici, prima undă refractată prezintă amortizări puternice cu distanța, urmărindu-se pe sectoare scurte de profil (2—3 km). A doua undă refractată apare în sosiri ulterioare la un interval de timp de circa 0,3 s cu un pregnant caracter de interferență ce se păstrează și pe hodografii urmăritori și care dispare numai pe intervale scurte de 2—3 km.

Pentru zona de platformă limitele refractatoare urmărite au fost atribuite paleozoicului, în baza datelor de sondă și respectiv cristalinului, prin aprecierea grosimii formațiunilor paleozoice și în baza vitezelor ridicate de limită.

Privite în general cele de mai sus caracterizează lucrările executate prin metoda K.M.P.V. pe teritoriul patriei noastre. Rezultatele obținute constituie contribuții importante la cunoașterea tectonicii zonelor de platformă, dar în lucrările noastre s-au ridicat și o serie de probleme care nu și-au găsit încă o rezolvare mulțumitoare.

Astfel, în afara undelor citate mai sus, care prin caracterele lor dinamice au putut fi urmărite pe suprafețe mari, s-a semnalat o serie de unde cu un domeniu mai mic de urmărire, unde ce n-au putut fi întotdeauna bine individualizate. Un exemplu îl constituie unda ce apare înaintea undei „C" în Platforma Moesică, care provine probabil de la limita

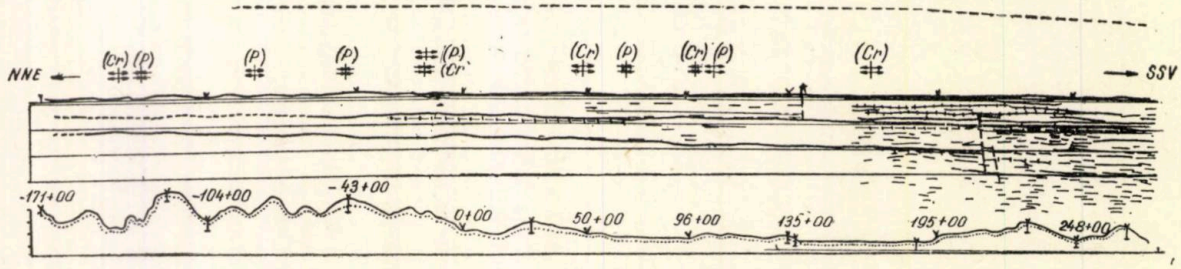


Fig. 27.

de discordanță dintre formațiunile neogene și mezozoice. În anumite situații, aceasta a alterat atît forma limitei „C" cît și determinarea punctului ei inițial, situație ce a fost întîlnită și la limitele ce aparțin probabil triasicului și paleozoicului.

Micșorarea distanței dintre geofoni și dintre sonde ar putea duce la îmbunătățirea posibilităților de corelare, lucru ce în lucrările noastre nu a fost încercat în măsură suficientă. Schimbarea acelorași parametri de lucru în porțiunile unde se remarcă o frîngere bruscă a hodografului (fig. 28) ar ușura urmărirea undei în sosiri ulterioare sau depistarea undelor difractate.

Cu aceste observații se poate afirma că prima limită înregistrată („C" în Platforma Moesică și „P" în Platforma Moldovenească) are un grad de siguranță satisfăcător, verificat atît prin lucrări de foraj cît și prin comparație cu rezultatele prospecțiunii seismice de reflecție.

S-a menționat mai înainte că variațiile faciale pe orizontală fac ca orizonturile seismice să nu reflecte aranjamentul tectonic real, ci mai mult aspectul dezvoltării anumitor pachete litologice pe suprafață.

Dacă prin metoda corelării undelor reflectate obținerea unui mare număr de orizonturi reflectatoare deasupra și dedesubtul orizontului de contrast principal ușurează urmărirea aranjamentului structural al formațiunilor, prin metoda de corelare a undelor refractate, ligare. S-a constatat că într-un grad mai mare decît în lucrările de reflexie folosirea unei viteze neconforme cu realitatea duce la deformări ale imaginei structurale. S-a observat că forma și amplitudinea structurilor depind direct de aplicarea unei viteze variabile sau constante,

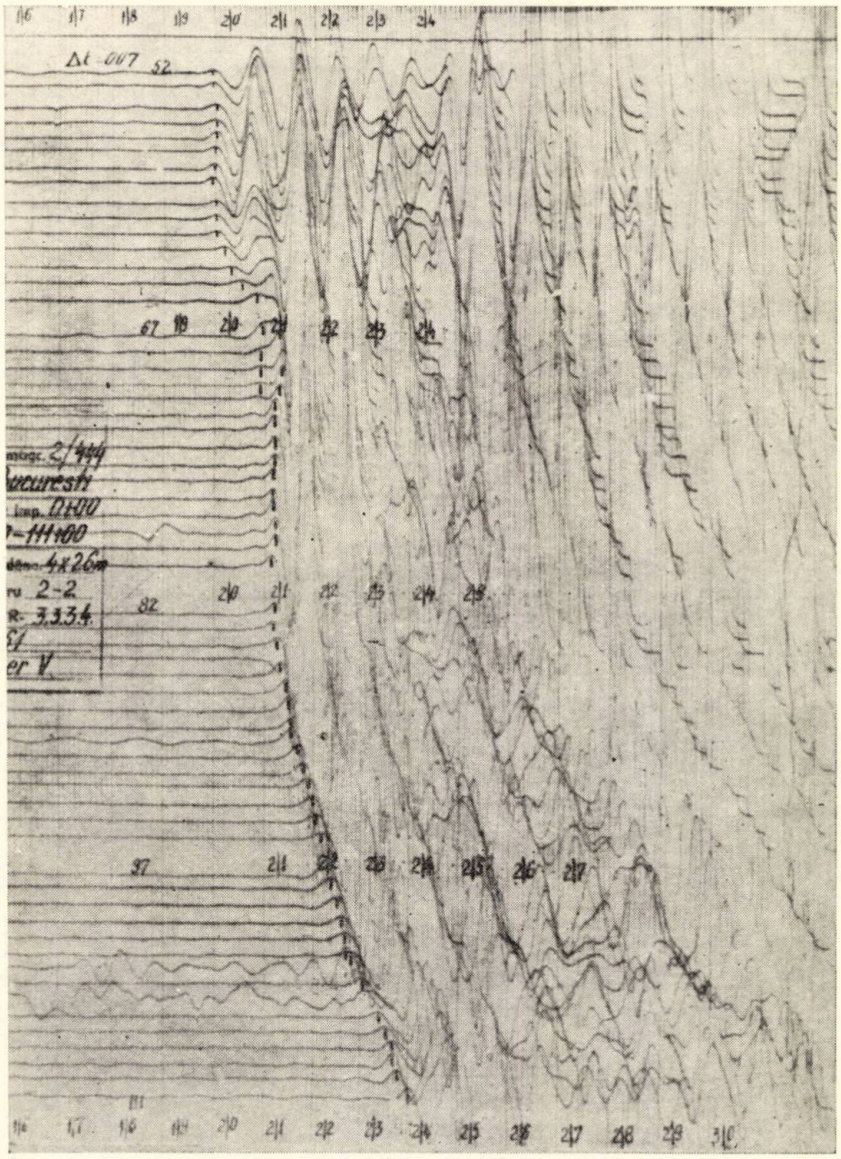


Fig. 28.

mitele de contrast acustic puternic (ca de exemplu în Platforma Moesică suprafața calcarelor neocomiene sau albiene, fig. 6 și 7) reprezintă de fapt o separare de faciesuri litologice, a căror poziție față de limitele stratigrafice reale este diferită, și deci aspectul lor nu reflectă întotdeauna aranjamentul structural.

În construirea limitelor mai adînci s-au introdus erori, datorită și unei insuficiente cunoașteri a variației vitezei medii de propa- în anumite cazuri necunoașterea variației vitezei putînd crea sau anula, pe secțiuni, forme structurale.

Necunoașterea variațiilor vitezei pe orizontală limitează posibilitățile de a detalia metoda, ducînd la obținerea unor neînchideri care pe o rețea de profile deasă împiedică construirea unor scheme structurale.

De asemenea, s-a constatat că erorile în corelare și la centralizarea hodografilor sînt generate și de gradul de justețe a alegerii

schemei de observație și de parametrii de lucru ai aparaturii de înregistrare.

*

Lucrările ce urmează să fie executate în zona de platformă trebuie ca, în afara celor arătate mai sus, să urmărească depistarea reflexiilor multiple, fenomen insuficient studiat în acest moment, dar care poate fi un important factor perturbant al rezultatelor.

Este necesar de asemenea ca executarea hărților de viteză bazate pe un număr cît mai mare de informații, obținute în special prin seismocarotaje, să stea la baza determinării parametrului adîncime. Aplicînd pe o scară mai mare interpretările complexe, în care folosirea rezultatelor gravimetrice să fie pe prim plan, dublată de o cunoaștere temeinică a tuturor datelor geologice de adîncime care să avizeze pe prospectori apriori asupra unora dintre fenomenele analizate mai sus, se va putea realiza o îmbunătățire substanțială a calității lucrărilor seismometrice, atît în faza de teren cît și în faza de prelucrare și interpretare.

BIBLIOGRAFIE

[1] Grigoraș, N. *Geologia zăcămintelor de petrol și gaze din R. P. R.* Ed. Tehnică, București, 1961.

[2] Pătruț, I. Popescu, M., Teodorescu, C. și Molnar, M *Contribuții la cunoașterea geologiei Platformei Moesice.* În; Petrol și Gaze **12**, nr. 11, 1961.

[3] * * * *Rapoarte geofizice lunare din zone de platformă,* 1962, Arhiva I. P. G. G.

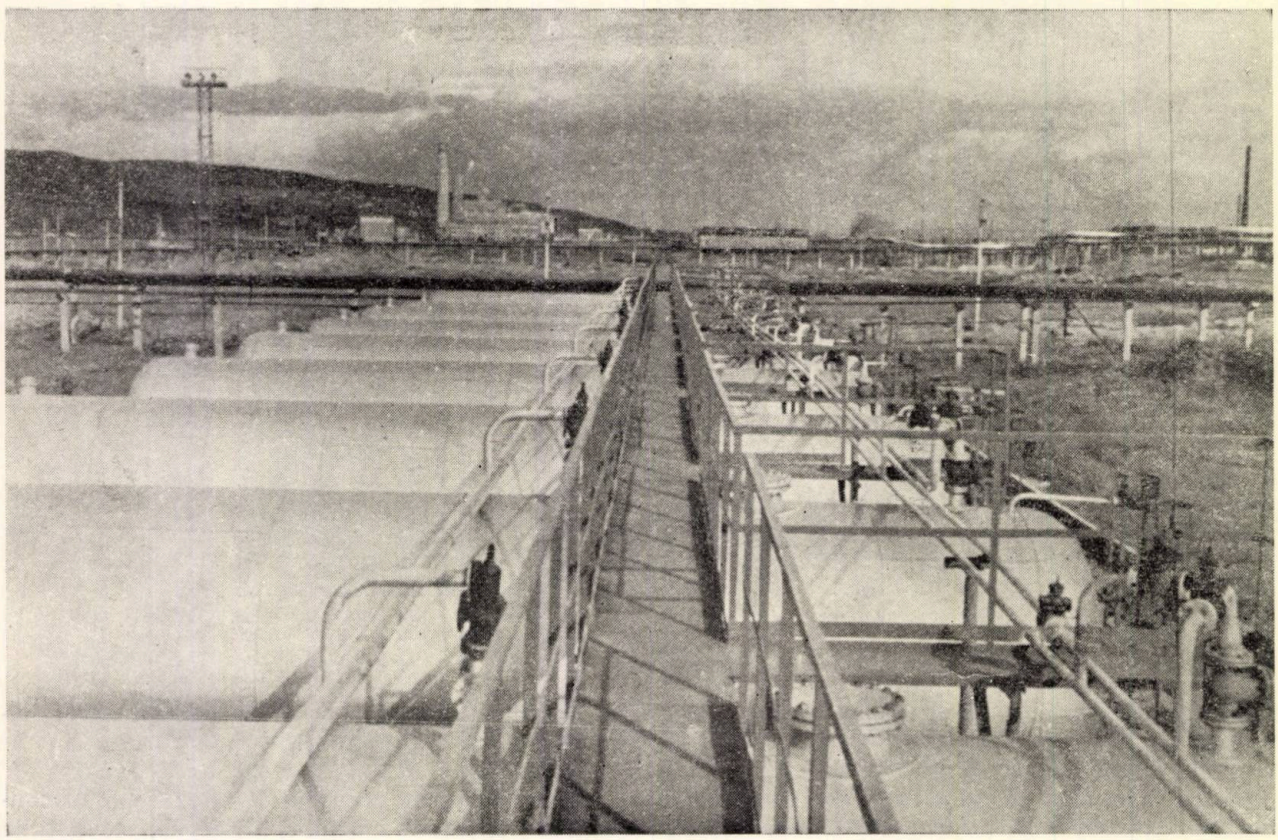
[4] Gamburtev, G. A. *Korrelaționnti metod prelomlenntih voln.* **12**, d A.M. S.S.S.R. 1952.

[5] Goltman, F. M. *Voprosî Ciastotnoi teorii gruppirovania Sbornik II.* Izdatelstvo Leningradstvo Gosudarstv. Universiteta 1952.

[6] Gurvici, I. I. *Seismiceskaia razvedka.* Gostoptehizdat, Moscova, 1960.

[7] Hewitt, Dix. *Seismic prospecting for oil.* Harpers geoscience series. New York, 1952.

[8] Puziriov, N. N. *Interpretația dannih seismorazvedki metodom otrajennih voln.* Gostoptehizdat, 1958.



Rafinăria Teleajen — rezervoare.

Forajul rapid și coloana de ancoraj

T. STAMATESCU

Titlul ar putea să surprindă prin corelația ce se presupune că autorul ar vrea s-o facă între forajul rapid și prima coloană ce face obișnuit parte din construcția unei sonde, anume coloana de suprafață sau de ancoraj. Acest titlu s-a impus de la sine, studiul de față avînd drept scop să demonstreze necesitatea de a se tuba coloana de suprafață la timp, adică în momentul cînd s-a ajuns cu sapa la adîncimea de fixare a acestei coloane. Această necesitate este cunoscută de toți inginerii și tehnicienii care lucrează în foraj, dar ea n-a constituit un imperativ categoric.

În cele ce urmează se studiază un șantier unde s-au săpat peste 60 de sonde, cu o viteză comercială medie de aproape 2 500 m granic-lună, O asemenea performanță nu s-a putut realiza decît printr-un foraj „rapid". Dar a fost acest foraj și optim?

Pentru studiu s-au considerat numai sondele de exploatare și explorare a căror adîncime finală a fost între 1 600 și 1 700 m adică peste 90% din sondele ce s-au forat în acel timp, iar dintre acestea numai pe acelea care n-au avut avarii ce nu s-au putut rezolva în decursul a 24 ore.

Pentru a pune în aceeași situație sondele de explorare cu cele de exploatare, cu alte cuvinte pentru a le da aceeași pondere s-a luat în considerare numai mersul forajului pînă la adîncimea de 1 500 m, adîncime ce se plasează la toate sondele în ponticul inferior și pînă la care sondele de explorare au avut aceleași sarcini ca și cele de exploatare.

Sondele astfel considerate au fost împărțite în două grupe :

1. Sonde la care s-a tubat coloana de suprafață cînd s-a ajuns cu sapa la adîncimea care permitea fixarea coloanei conform programului.

2. Sonde la care s-a tubat coloana de suprafață după ce s-a ajuns cu sapa la diferite adîncimi, care au variat între 400 și 1 400 m.

Cu această ocazie este cazul să se facă anumite precizări, și anume :

— Pentru coloana de suprafață diametrul găurii săpate a fost de 440 mm, coloana fiind constituită din burlane de 12 3/4" GOST.

— Adîncimea de fixare a coloanei de suprafață a fost pentru toate sondele (exploatare și explorare) în jurul a 100 m.

— De la această adîncime forajul a continuat cu una sau două sape coadă de pește de 270 mm, apoi cu 255 mm, indiferent dacă s-a tubat sau nu.

— Garnitura de foraj a fost formată din prăjini de 5 9/16″ și un set de prăjini grele de 5 9/16″ în lungime de 25—28 m.

— Regimul de foraj, același pentru toate sondele, a constat din 170—190 rot/min, 3—4 t apăsare pe sapă și viteza de ascensiune a noroiului de 0,7 — 1 m/s.

Factorii de mai sus, care caracterizează regimul de foraj, s-au găsit la valori optime în proporții la fel de mari în amîndouă grupele de sonde, cîteodată unele din aceste valori fiind mai bune în grupa sondelor la care nu s-a tubat la timp coloana de ancoraj.

Pentru analiza comparativă efectuată s-au luat deocamdată în considerare numai cîte șapte sonde din cele mai bune, atît dintr-o grupă cît și din cealaltă.

Mersul forajului acestor sonde a fost redat în graficele A_1 și A_2 din figura 1.

O primă impresie ce se desprinde din analiza acestor grafice este aceea a identității comportării sondelor din A_1, care au tubat coloana de suprafață în momentul cînd au ajuns cu forajul în jurul adîncimii de fixare programată (circa 100 m), reîncepînd să sape după o pauză de circa 24 ore. Toate aceste sonde ajung la adîncimea de 1 500 m, între a opta și a noua zi de la începerea forajului, avînd între ele un decalaj de maximum o zi.

Cîtă deosebire față de sondele din grupa a doua (A_2) care, deși programate să tubeze coloana de ancoraj tot la 100 m, nu fac decît să schimbe dimensiunea sapei la această adîncime (de la 440 la 270 mm) și să continue mai departe forajul. De o identitate în ceea ce privește comportarea nu se mai poate vorbi decît pînă la circa 600 m adîncime și cu multă bunăvoință s-ar putea extinde această identitate cel mult pînă la tubarea coloanei de suprafață, însă numai în mod virtual, avînd în vedere că acest tubaj se face în momentul cînd s-a ajuns cu sapa la diferite adîncimi.

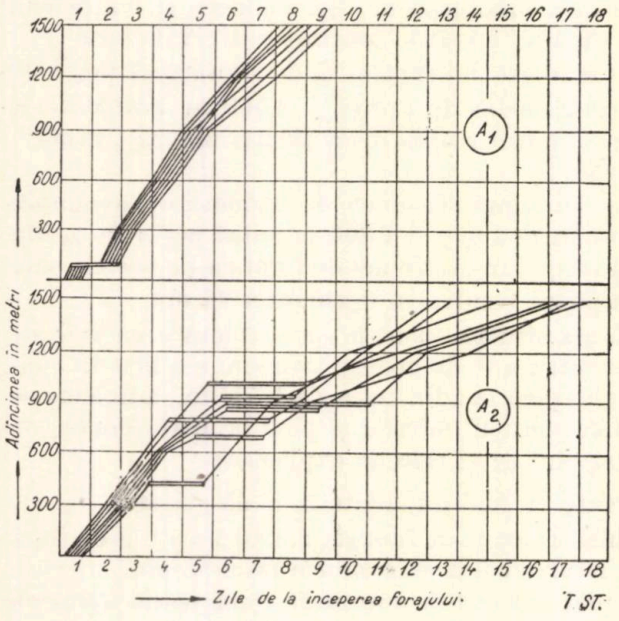


Fig. 1:

A_1 – mersul forajului la șapte sonde la care s-a fixat coloana de ancoraj în jurul a 100 m, tubîndu-se cînd s-a ajuns la adîncimea de fixare; A_2 – alte șapte sonde cu coloana de ancoraj fixată tot în jurul a 100 m, dar la care s-a tubat după ce s-a ajuns cu forajul la diferite adîncimi (430—1 010 m).

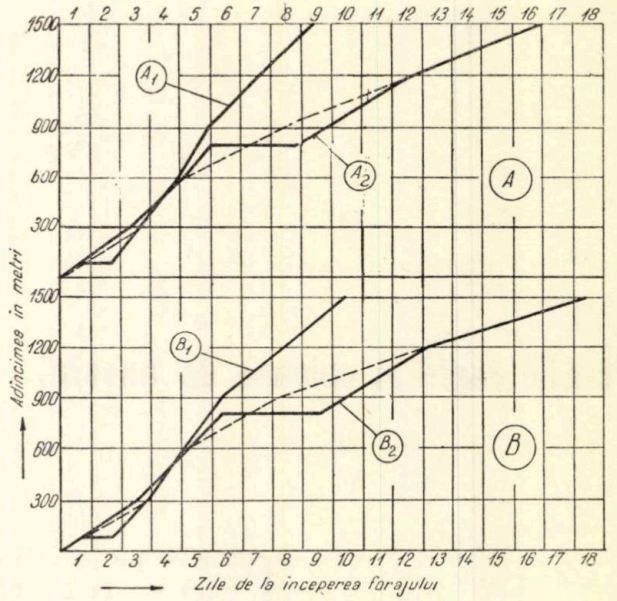


Fig. 2:

A_1-A_2 – media celor șapte sonde din figura 1; B_1 – media a 14 sonde la care s-a tubat la timp coloana; B_2 – media a 14 sonde la care s-a tubat coloana de ancoraj după ce s-a ajuns cu forajul la diferite adîncimi.

După tubaj, forajul la aceste sonde n-a mai putut fi reluat în cursul a 24 de ore, iar modul cum decurge acesta este foarte diferit, sondele ajungînd la 1 500 m, în 13 pînă la 17 zile, cu o decalare între ele de la cîteva ore pînă la peste 4 zile.

În figura 2 sînt redate în A valorile medii ale celor cîte șapte sonde luate în considerare în figura 1. De aici se vede că, în general, sondele la care s-a tubat la vreme coloana de ancoraj ajung la 1 500 m în prima jumătate a celei de-a noua zi (A_1), pe cînd sondele din grupa a doua (A_2) ajung la această adîncime de-abia la sfîrșitul celei de-a 16-a zi. Forajul lor durează deci cu peste șapte zile mai mult decît al celor din prima grupă. Cum se explică această mărire a timpului de foraj cu aproape 90% față de timpul utilizat la cealaltă grupă de sonde?

O primă întîrziere, de peste o jumătate de zi, se datorește necesității de a corecta gaura de 440 mm diametru pînă la adîncimea de tubare (circa 100 m) atunci cînd s-a hotărît tubarea coloanei de suprafață. Mai există o mică întîrziere și la pauza pentru priza cimentului care, din motive de securitate, este obișnuit cu 1/4 pînă la 1/2 zi mai mare decît cînd se tubează la timp.

O întîrziere mai mare intervine cînd se reia activitatea de foraj prin frezarea dopului, a cimentului din coloană și a calotei sabotului. După terminarea frezării calotei sabotului, mai trec una sau două zile pînă să se ajungă la talpă, și aceasta din cauza corectatului sau cel puțin a circulației pas cu pas ce intervine obișnuit după o pauză de două zile a găurii netubate.

Dar cea mai mare întîrziere intervine după reluarea săpatului propriu-zis, adică din momentul în care sapa ajunge la talpă și pînă la adîncimea finală considerată, cînd viteza de foraj este mult mai mică decît la sondele din prima grupă. În graficele din A (fig. 2) se vede că de la adîncimea medie de 800 m — cînd se tubează coloana de ancoraj la 100 m — sondele din această grupă au nevoie de aproape opt zile ca să ajungă la 1 500 m (A_2), în timp ce sondele din grupa întîi (A_1) au nevoie numai de patru zile.

Cum se explică acest fenomen cînd, începînd de la această adîncime medie, toate sondele sînt puse în aceeași situație, adică : au coloana de suprafață tubată ; același diametru de sapă ; aceeași garnitură de prăjini și același regim de foraj ; formațiunile de teren sînt aceleași.

Explicația constă în faptul că situația în care se găsesc sondele după ce au tubat este numai aparent aceeași, deoarece partea de gaură netubată nu se găsește și nici nu se va mai găsi vreodată în aceeași situație la sondele dintr-o grupă față de cele din cealaltă grupă.

Trebuie amintit de asemenea că — cel puțin pentru șantierul studiat — forajul rapid a implicat un noroi foarte fluid, diluat nelimitat cu apă (pînă în apropierea bazei ponticului), constituind ceea ce s-a numit „forajul cu apă". Acest foraj pretinde însă un foraj propriu-zis întrerupt cît mai puțin, condiție pe care nu o asigură decît sondele din grupa întîi.

Un al doilea neajuns pe care îl întîmpină sondele din grupa a doua îl constituie contaminarea noroiului cu cimentul frezat la reluarea activității de foraj, după tubaj. Incontestabil că aceeași contaminare are loc și în cazul sondelor din prima grupă, dar la acestea noroiul se regenerează în cursul unei fracțiuni de zi, datorită faptului că imediat sub sabot începe săpatul în teren viu și că noroiul este relativ în cantitate mică.

În cazul sondelor din grupa a doua trec cîteva zile pînă ce sapa ajunge la talpă. În tot acest timp, noroiul nu se regenerează și se ajunge la talpă, circulînd sau corectînd, stricînd o mare cantitate de noroi, în orice caz proporțional cu adîncimea la care se găsește talpa. Începînd săpatul în teren începe și regenerarea, dar aceasta se face încet, și pînă la terminarea ponticului — adîncime care nu este cuprinsă în spațiul graficului nostru — regenerarea este mai mult sau mai puțin avansată, după cum adîncimea avută de sondă cînd s-a tubat coloana de suprafață a fost mai departe sau mai aproape de baza ponticului.

Pare paradoxal faptul că se vorbește de „contaminarea" noroiului, atunci cînd este vorba de „forajul cu apă". Aceasta este însă o realitate, iar subiectul ar ocupa singur spațiul unui articol separat.

S-ar putea considera însă că este hazardat să se tragă concluzii din urmărirea mersului forajului a numai 14 sonde, cîte șapte din fiecare grupă, cu atît mai mult cu cît — așa cum am afirmat — acestea au fost dintre cele mai bune. De aceea s-a luat și un număr dublu de sonde, luînd în considerare 28 de sonde, cîte 14 din fiecare grupă. Media mersului forajului acestora este redată în B (fig. 2), și anume în B_1 sondele care au tubat la timp și în B_2 celelalte sonde.

Graficele respective arată că sondele la care se tubează la vreme ajung de data aceasta mai tîrziu cu o zi la 1 500 m, în medie în a 10-a zi, iar celelalte în a 18-a zi, cu o zi și jumătate mai tîrziu (a se compara A cu B în fig.2).

Mărirea timpului de foraj la sondele din grupa a doua în B (B_2 față de B_1) este relativ mai mică decît în A (A_2 față de A_1) numai cu circa 3%. Din punct de vedere absolut, însă, este mai mare cu circa 8% și, dacă s-ar fi luat mai multe sonde în considerație, probabil că media timpului de foraj efectiv pierdut de fiecare sondă din grupa a doua ar fi fost și mai mare.

Se pune întrebarea : din ce cauză s-a insistat în a nu se tuba la timp coloana de ancoraj la unele sonde cînd — fără a ști ceva precis — se bănuia totuși și se presupunea întîrzierea de foraj ce urma să survină în consecință ?

Cîteodată burlanele nu se găseau la sondă în momentul pornirii forajului. De cele mai multe ori însă acestea — inclusiv cimentul — erau duse înainte de începerea forajului. Uneori nu erau disponibile sculele de tubaj și cimentare.

Dar nu acestea constituiau cauza reală, deoarece în marea majoritate a cazurilor continuarea forajului fără tubajul coloanei de suprafață era voită, pentru a se asigura îndeplinirea planului de foraj lunar.

Într-adevăr erau sonde programate să înceapă forajul în decada a doua și să sape în acea lună 1 200 — 1 600 m. Dar sondele nu erau gata din montaj decît în a treia decadă și considerîndu-se că tubajul coloanei de suprafață necesită o întrerupere a forajului de circa 24 de ore, ceea ce înseamnă o pierdere de foraj de 150—200 m, la 3—4 sonde ar fi însemnat 600—800 m pierduți în total, putînd avea drept urmare o eventuală neîndeplinire a planului. De aceea s-a recurs la soluția de mai sus, cu toate că se știa că viteza comercială totală va avea de suferit. Pentru ca afec-

tarea vitezei comerciale să fie cît mai mică s-a căutat să se vină cu anumite corective, care n-au dat însă nici un rezultat.

Pentru a se reduce efectul nefavorabil obținut prin netubarea la timp a coloanei de ancoraj s-a încercat introducerea, după frezarea dopului de ciment din șiu, a sapei cu diametrul de 255 mm în gaura de 270 mm săpată anterior. Rezultatul a fost nul, și uneori a făcut situația mai dificilă.

Dar sondele care tubează la vreme coloana de suprafață (cele din prima grupă) au o viteză de foraj net superioară celor din grupa a doua încă de la început, mai precis chiar din momentul reluării forajului după frezarea sabotului, deoarece — așa cum se vede din grafic — încă în cursul celei de-a doua zi de la reluare (a patra zi de la începerea forajului) sondele din A_1, respectiv B_1, ajung pe cele din A_2, respectiv B_2, și le întrec în aceeași zi (fig. 2).

O explicație ar fi faptul că la sondele ce n-au tubat viteza de ascensiune a noroiului în regiunea de gaură respectivă (0—100 m) este mai puțin de jumătate decît aceea de la sondele tubate.

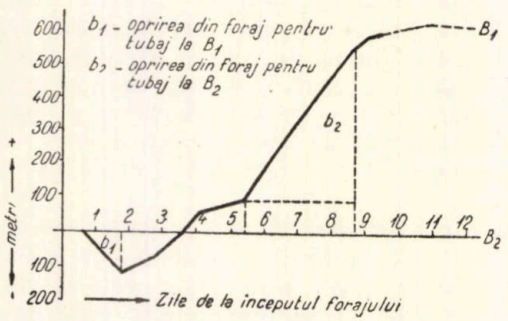


Fig. 3.

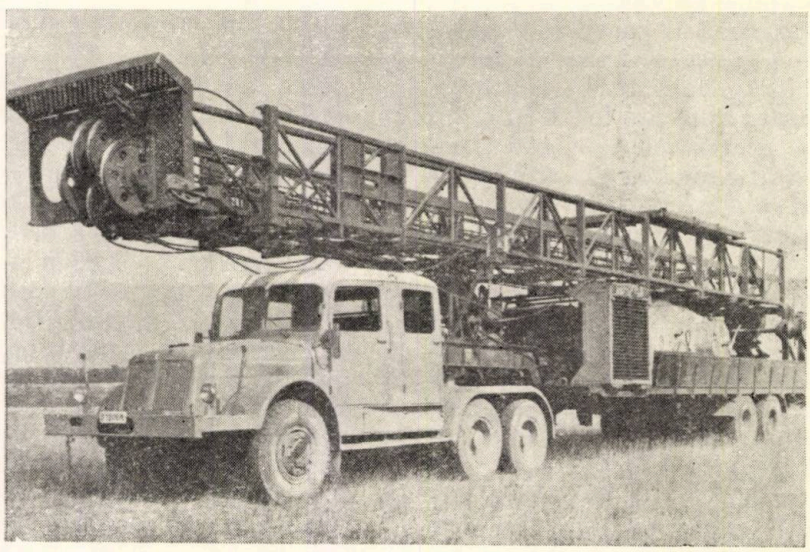
În figura 3 se arată mai precis comportarea decalării (în metri forați) dintre cele două grupe de sonde din B (fig. 2). Se observă cum pierderea de foraj B_1, provenită din pauza de circa 24 de ore necesară pentru tubajul coloanei de suprafață al sondelor din grupa B_1, se recuperează în mai puțin de două zile, în timp ce pierderea b_2, provenită din pauza cauzată de tubajul aceleiași coloane în cazul sondelor din grupa B_2, nu se mai poate recupera; cu alte cuvinte această pierdere rămîne definitivă pentru foraj.

Valoarea medie a acestei pierderi este de 7 1/4″ zile/sondă, dacă luăm în considerare cele mai bune sonde (fig. 2,*A*) sau de opt zile, dacă numărul sondelor considerate este dublat (fig. 2,*B*). Aceasta ne face să presupunem că este posibil și probabil ca valoarea pierderii să crească cu cît crește numărul sondelor luate în considerare. Ne vom opri însă aici și vom considera că fiecare sondă care nu tubează la vreme coloana de suprafață termină forajul mai tîrziu decît ar fi trebuit.

Plecînd de la acest considerent, problema tubării la timp a coloanelor de suprafață devine o problemă a forajului în general, indiferent de șantiere, de adîncimea și de construcția sondelor.

Totul este ca forajul în sine să fie optim, indiferent dacă sondele se găsesc în regim normal sau rapid. Și presupunînd că s-a reușit să se elimine toți timpii morți și să se reducă la minimum timpii neproductivi, nu se va obține totuși foraj optim dacă nu se va tuba la timp coloana de ancoraj.

În concluzie deci, avînd în vedere pierderea de timp ce survine prin prelungirea forajului, tubarea la timp a coloanei de suprafață se impune ca un imperativ categoric. În fața acestui imperativ, orice motiv sau argument s-ar invoca pentru a se putea amîna acest tubaj este natural că nu trebuie luat în considerare.



Sonda T — 25

Concepţii actuale asupra declinului de producţie

Ing. D. CODREANU şi

ing. P. CHIRAN

Problema estimării rezervelor de ţiţei şi a producţiei viitoare constituie o problemă de prim ordin în industra extractivă de petrol, mai ales în condiţiile moderne ale tehnicii exploatării, în scopul dirijării acesteia, respectiv al stabilirii în mod corect a cantităţilor de ţiţei care se vor extrage şi a ritmului în care acestea se vor extrage.

Procedeele folosite pentru rezolvarea acestei probleme sînt multiple, însă acestea trebuie să fie suficient de exacte şi de expeditive ca să permită prelucrarea unui număr important de date într-un timp relativ scurt, impus de necesităţile industriale. O parte dintre procedeele utilizate în acest scop se bazează pe prelucrarea statistică a datelor de producţie obţinute într-o perioadă trecută şi extrapolarea tendinţelor observate în viitor.

Aceste procedee, aplicate de multă vreme în industria petrolieră, sînt folosite şi astăzi, deşi se recunoaşte că, în acest fel, estimaţiile viitoare se bazează oarecum pe o extrapolare mecanică a celor observate în trecut, corespunzătoare unui anumit stadiu al exploatării şi tehnicii aplicate. Întrucît numărul de lucrări şi procedee elaborate este foarte mare, acestea diferenţiindu-se în multe cazuri numai aparent, în lucrarea de faţă se încearcă o prezentare unitară şi pe cît posibil completă a acestora, precum şi alegerea, pe baza unei experienţe îndelungate, a metodelor care se consideră cele mai adecvate.

Alegerea procedeelor de prelucrare a datelor s-a făcut în ideea expusă mai sus cu privire la simplitatea lor, şi, în acest sens, procedeele foarte laborioase bazate pe tabele de corelare şi prelucrare a materialului prin metodele statisticii matematice clasice nu au fost indicate decît în principiu. În rest, cînd procedeele au necesitat un volum mare de calcule, au fost redate tabele şi nomograme, cu ajutorul cărora calculele se simplifică apreciabil.

I. CONSIDERAŢII TEORETICE ASUPRA DECLINULUI DE PRODUCŢIE

Variaţia cu timpul sau cu producţia cumulativă a debitului de ţiţei este, în mod obişnuit, numită curbă de declin, deşi aceasta nu permite să se obţină direct prin citire valoarea declinului de producţie. De altfel, declinul reprezintă, prin definiţie, raportul dintre variaţia debitului de

țiței în timp și debitul de țiței însuși și se exprimă prin relația:

$$D = -\frac{\frac{dQ}{dt}}{Q}. \qquad (1)$$

În conformitate cu această definiție, declinul nu este altceva decît inversul subtangentei curbei de variație a debitului de țiței

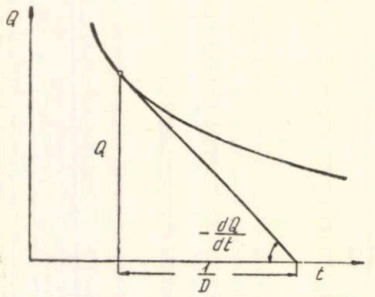


Fig. 1. Variația debitului de țiței în timp și legătura dintre această variație și declin.

în funcție de timp, așa cum se poate observa în figura 1.

Această observație permite de altfel, prin derivarea grafică a curbei de variație în timp a debitului și prin împărțirea valorii debitului la valoarea derivatei corespunzătoare, să se

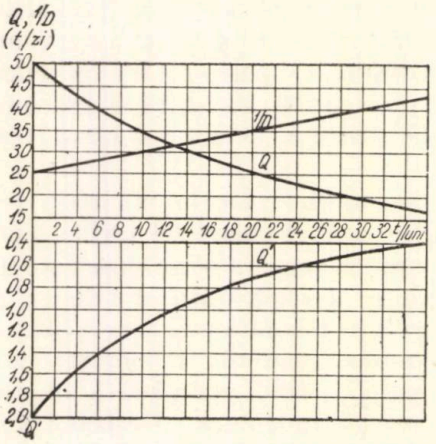


Fig. 2. Variația debitului de țiței a derivatei acestuia și a inversului declinului în funcție de timp.

obțină direct, pe aceeași diagramă, variația inversului declinului în funcție de timp (fig. 2).

Rezultă, prin urmare, că declinul producției de țiței depinde de modul în care aceasta variază în timp și că pentru o curbă de variație a producției în timp corespunde o curbă de variație a declinului acesteia; s-a propus o serie de tipuri de variație a declinului în timp, care însă trebuiau să corespundă majorității curbelor de variație a producției întîlnite în practică.

Din prelucrarea datelor de producție s-a observat astfel că, în majoritatea cazurilor, se obține o aproximare destul de bună dacă se consideră că declinul variază hiperbolic în funcție de timp, respectiv că variația inversului declinului în funcție de timp este o dreaptă:

$$\frac{1}{D} = a + bt. \qquad (2)$$

Întrucît valorile pantei b a acestei drepte, pentru care nu se obțin rezultate absurde, sînt cuprinse între unitate și zero, problema a fost studiată numai pentru aceste valori, însă separat pentru intervalul amintit $0 < b < 1$ și pentru limitele acestuia $b = 0$ și $b = 1$.

1. **Cazul** $b = 0$

În acest caz relația (2) devine:

$$\frac{1}{D} = a \text{ sau } D = \frac{1}{a}, \qquad (3)$$

și, prin urmare, declinul are o valoare constantă, respectiv:

$$\frac{\frac{dQ}{dt}}{Q} = -\frac{1}{a}. \qquad (4)$$

Integrînd această ecuație diferențială și avînd în vedere că pentru $t = 0$, $Q = Q_0$, se obține:

$$Q = Q_0 e^{-\frac{t}{a}} = Q_0 e^{-Dt} \qquad (5)$$

și, din această cauză, acest tip de declin este cunoscut sub numele de „declin exponențial", cu toate că, de fapt, declinul este constant și numai variația debitului în funcție de timp este exponențială și poate fi reprezentată în coordonate semilogaritmice (axa timpului normală și axa debitului logaritmică) printr-o dreaptă.

Dezvoltînd în serie, relația (5) mai poate fi scrisă sub forma:

$$Q = Q_0 \left[1 - \frac{Dt}{1!} + \frac{D^2t^2}{2!} - \frac{D^3t^3}{3!} - \cdots (-1)^n \frac{D^n t^n}{n!}\right]. \qquad (6)$$

Această relație permite să se stabilească cu aproximație legătura dintre două debite succesive, deoarece pentru valori mici ale declinului și respectiv ale unității de timp considerate, termenii seriei, începînd cu al treilea, pot fi neglijați și prin urmare:

$$Q_t = Q_{t-1}(1 - D). \qquad (7)$$

Același rezultat se obține și în cazul în care relația (4) se scrie în diferențe finite pentru aceeași unitate de timp :

$$\frac{Q}{\Delta Q} = -a \tag{8}$$

respectiv :

$$\frac{Q_{t-1}}{Q_t - Q_{t-1}} = -a \tag{9}$$

de unde rezultă :

$$Q_t = Q_{t-1}\left(1 - \frac{1}{a}\right) = Q_{t-1}(1 - D). \tag{10}$$

De altfel, relația (9) este utilizată în mod curent pentru a se stabili tipul de declin și, eventual, în cazul în care a este o constantă, chiar valoarea declinului. Relațiile (7) și (10) permit să se exprime variația debitului în timp, sub forma :

$$Q = Q_0(1 - D)^t. \tag{11}$$

Producția cumulativă la un moment dat se obține prin simpla integrare a funcției $Q = f(t)$:

$$C = \int_0^t Q\, dt. \tag{12}$$

Înlocuind debitul Q cu valoarea dată de relația (5) și integrînd ținînd seama că pentru $t = 0$, $Q = Q_0$ rezultă :

$$C = a(Q_0 - Q) = \frac{Q_0 - Q}{D}, \tag{13}$$

de unde se poate constata că în cazul declinului constant producția cumulativă variază liniar cu debitul și că reprezentînd în coordonate normale producția cumulativă în funcție de debit se obține o dreaptă cu panta egală cu inversul declinului.

Același rezultat se obține și în cazul în care în relația (12) se introduce valoarea debitului dată de relația (11), dacă se are în vedere că $\log(1 - D) \simeq -D$, ceea ce pentru valori relativ reduse ale lui D este, așa cum s-a mai arătat, suficient de exact.

De asemenea, dacă s-ar proceda direct la însumarea debitelor succesive date de relația (11), ar rezulta o progresie geometrică :

$$C = Q_0[1 + (1-D) + (1-D)^2 + \cdots + (1-D)^{t-1}] \tag{14}$$

a cărei sumă este dată de relația (13) dacă se consideră $Q = Q_0(1 - D)^t$.

2. Cazul $0 < b < 1$

În acest caz declinul variază hiperbolic în funcție de timp și din această cauză acest tip de declin a fost denumit „declin hiperbolic".

Derivînd în raport cu timpul relația (2) și înlocuind declinul D din relația (1) se obține :

$$\frac{d\left(\frac{1}{D}\right)}{dt} = b = -\frac{d\left(\frac{Q}{\frac{dQ}{dt}}\right)}{dt}, \tag{15}$$

relație care scrisă în diferențe finite pentru trei debite succesive $Q_{t-1} > Q_t > Q_{t+1}$ (unitatea de timp are aceeași valoare) ia forma :

$$b = \frac{Q_{t-1}Q_{t+1} - Q_t^2}{(Q_{t-1} - Q_t)(Q_t - Q_{t+1})} \tag{16}$$

și poate fi utilizată pentru identificarea tipului de declin și pentru determinarea constantei b.

În cazul în care prin aplicarea relației (16) de cîteva ori s-ar obține valori diferite pentru b, este indicat a se calcula valoarea lui b pentru toate datele de producție, direct din relația (15), scrisă în diferențe finite.

Combinînd relațiile (1) și (2) rezultă ecuația diferențială a debitului :

$$\frac{\frac{dQ}{dt}}{Q} = -\frac{1}{a_0 + bt} \tag{17}$$

din a cărei integrare se obține variația debitului în funcție de timp, considerînd că pentru $t = 0$, $Q = Q_0$:

$$Q = Q_0\left(1 + \frac{b}{a_0}t\right)^{-\frac{1}{b}}. \tag{18}$$

Se observă că această relație duce la o variație liniară a debitului în funcție de timp, în coordonate dublu logaritmice dacă se mută spre valori crescătoare pe scara timpului cu cantitatea $\frac{a_0}{b}$, panta dreptei fiind $-\frac{1}{b}$.

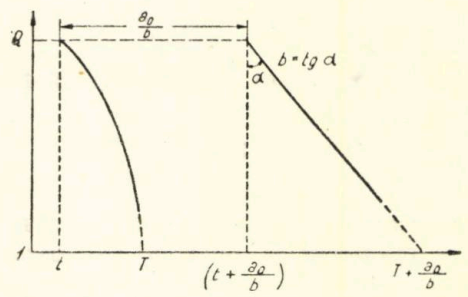


Fig. 3. Curba de variație a debitului în funcție de timp în coordonate dublu logaritmice și dreapta obținută după mutare : t reprezintă timpul pentru care debitul are valoarea Q, iar T reprezintă timpul după care debitul devine egal cu unitatea.

În figura 3 sînt redate curba debitului în funcție de timp, în coordonate dublu logaritmice, și dreapta care se obține după mutare.

Pentru dreapta din figura 3 se poate scrie:

$$\log\left(t + \frac{a_0}{b}\right) + b \log Q = \log\left(T + \frac{a_0}{b}\right) \quad (19)$$

$$Q^b = \frac{T + \frac{a_0}{b}}{t + \frac{a_0}{b}} \quad (20)$$

$$Q = \left(\frac{T + \frac{a_0}{b}}{t + \frac{a_0}{b}}\right)^{\frac{1}{b}}. \quad (21)$$

Pentru $\begin{matrix} t = 0 & Q = Q_0 \\ t = T & Q = 1 \end{matrix}$:

$$Q_0 = \left(\frac{b}{a_0} T + 1\right)^{\frac{1}{b}} \quad (22)$$

sau:

$$T = \frac{a_0}{b}(Q_0^b - 1). \quad (23)$$

De unde, înlocuind în relația (21), se obține:

$$Q = \left[\frac{\frac{a_0}{b}(Q_0^b - 1) + \frac{a_0}{b}}{t + \frac{a_0}{b}}\right]^{\frac{1}{b}} = Q_0\left(1 + \frac{b}{a_0} t\right)^{-\frac{1}{b}}, \quad (24)$$

relație identică cu relația (18).

Producția cumulativă se determină ca și în cazul precedent prin integrare, cu ajutorul relației (12), introducînd însă valoarea debitului din relația (18):

$$C = \frac{a_0 Q_0}{b-1}\left[\left(1 + \frac{b}{a_0} t\right)^{1-\frac{1}{b}} - 1\right] \quad (25)$$

sau eliminînd timpul cu ajutorul relației (18):

$$C = \frac{a_0 Q_0^b}{1-b}(Q_0^{1-b} - Q^{1-b}). \quad (26)$$

Producția cumulativă de la o anumită valoare a debitului Q pînă la valoarea zero a acestuia (timpul $t = \infty$) se obține integrînd în relația (12), între valorile t și ∞ ale timpului,

$$C = \frac{a_0 Q_0^b}{1-b} Q^{1-b} \quad (27)$$

sau înlocuind pe Q_0 din relația (22):

$$C = \frac{b}{1-b}\left(T + \frac{a_0}{b}\right) Q^{1-b}. \quad (28)$$

Logaritmînd relația (28) se obține:

$$\log C = (1-b)\log Q + \log\left[\frac{b}{1-b}\left(T + \frac{a_0}{b}\right)\right]. \quad (29)$$

Această relație arată că între producția cumulativă pînă la anularea debitului și debit există o dependență liniară în coordonate dublu logaritmice, cu panta $1 - b$, dacă valoarea $T + \frac{a_0}{b}$ este constantă. Această observație permite, așa cum se va arăta mai tîrziu, construirea unor nomograme.

Relația (26) duce de asemenea la o dreaptă $C = f(Q)$ în coordonate dublu logaritmice, dacă este mutată spre valori descrescătoare ale producției cumulative cu cantitatea $\frac{a_0 Q_0}{1-b}$, panta dreptei fiind $1 - b$, dacă debitul este reprezentat în abscisă.

Valoarea declinului în funcție de debit se poate obține eliminînd timpul între relațiile (2) și (18):

$$D = \frac{1}{a_0}\left(\frac{Q}{Q_0}\right)^b. \quad (30)$$

În cazul declinului hiperbolic, între trei valori ale debitului la intervale de timp $t - v$, t și $t + v$, există o relație bine definită:

$$\begin{aligned} Q_{t-v} &= Q_0\left[1 + \frac{b}{a_0}(t - v)\right]^{-\frac{1}{b}} \\ Q_t &= Q_0\left[1 + \frac{b}{a_0} t\right]^{-\frac{1}{b}} \\ Q_{t+v} &= Q_0\left[1 + \frac{b}{a_0}(t + v)\right]^{-\frac{1}{b}} \end{aligned} \quad (31)$$

Adunînd prima cu ultima din relațiile (31), intervalul de timp v se elimină și rezultă:

$$2Q_t^{-b} = Q_{t-v}^{-b} + Q_{t+v}^{-b} \quad (32)$$

de unde:

$$Q_t = \left[\frac{\left(\frac{Q_{t-v}}{Q_{t+v}}\right)^{-b} + 1}{2}\right]^{-\frac{1}{b}} Q_{t+v} \quad (33)$$

sau dacă se notează cu $M = \frac{Q_{t-v}}{Q_{t+v}}$ raportul dintre primul și ultimul debit:

$$Q_t = \left(\frac{2M^b}{M^b + 1}\right)^{\frac{1}{b}} Q_{t+v}. \quad (34)$$

Relația (33) poate fi utilizată așa cum s-a menționat pentru o extrapolare simplă în coordonate semilogaritmice.

3. **Cazul** $b = 1$

Acest caz, cunoscut sub numele de „declin armonic", se reduce la cel precedent, înlocuind $b = 1$ în toate relațiile, cu excepția relației (25) respectiv (26), care reprezintă producția cumulativă.

Astfel:

$$D = \frac{1}{t + a_0}. \tag{35}$$

$$\frac{d\left(\frac{1}{D}\right)}{dt} = -\frac{d\left(\frac{Q}{\frac{dQ}{dt}}\right)}{dt} = 1, \tag{36}$$

$$\frac{Q_{t-1} \cdot Q_{t+1} - Q_t^2}{(Q_{t-1} - Q_t)(Q_t - Q_{t+1})} = 1, \tag{37}$$

$$Q = Q_0 \frac{a_0}{t + a_0} = Q_0 a_0 D. \tag{38}$$

Pentru producția cumulativă este necesar să se integreze din nou după relația (12), introducînd însă valoarea debitului din relația (38):

$$C = a_0 Q_0 \ln \frac{Q_0}{Q}. \tag{39}$$

Această relație poate fi reprezentată printr-o dreaptă în coordonate semilogaritmice, cu debitul pe scara logaritmică, panta dreptei fiind $-a_0 Q_0 = -\frac{Q_0}{D_0}$, deoarece pentru $t=0$, $D_0 = \frac{1}{a_0}$.

Relația (34) devine în acest caz:

$$Q_t = \frac{2M}{M+1} \cdot Q_{t+v}. \tag{40}$$

Se menționează că, în ultimele două cazuri, respectiv $0 < b \leqslant 1$, exprimarea debitului și a producției cumulative cu ajutorul seriilor ca în cazul $b = 0$ nu duce la aceleași simplificări, astfel că acest lucru nu a mai fost luat în considerare.

În afară de aceste tipuri de declin au fost propuse și alte tipuri, în care declinul variază după alte legi. Dintre acestea se menționează cazurile în care valorile inversului declinului formează o serie geometrică, prima derivată a inversului declinului formează o serie aritmetică și cazul în care între declin și timp există o relație liniară în coordonate dublu logaritmice.

În primul caz se poate scrie:

$$\frac{Q}{\frac{dQ}{dt}} = a_0 r^t, \tag{41}$$

în care r este diferența constantă dintre două valori succesive ale inversului declinului. După integrare rezultă:

$$Q = Q_0 e^{\frac{1-r^{-t}}{a_0 \log r}}. \tag{42}$$

Pentru celelalte două tipuri relațiile sînt foarte complicate și din această cauză n-au mai fost analizate.

În sfîrșit, se menționează că au mai fost propuse și relații de forma:

$$Q = At^m e^{-Bt}, \tag{43}$$

în care A, m și B sînt constante, și:

$$Q = Q_0 t^{-b}, \tag{44}$$

care însă au o utilizare mult prea restrînsă.

Cele expuse pentru cazul în care inversul declinului are o variație liniară sînt rezumate în tabela 1.

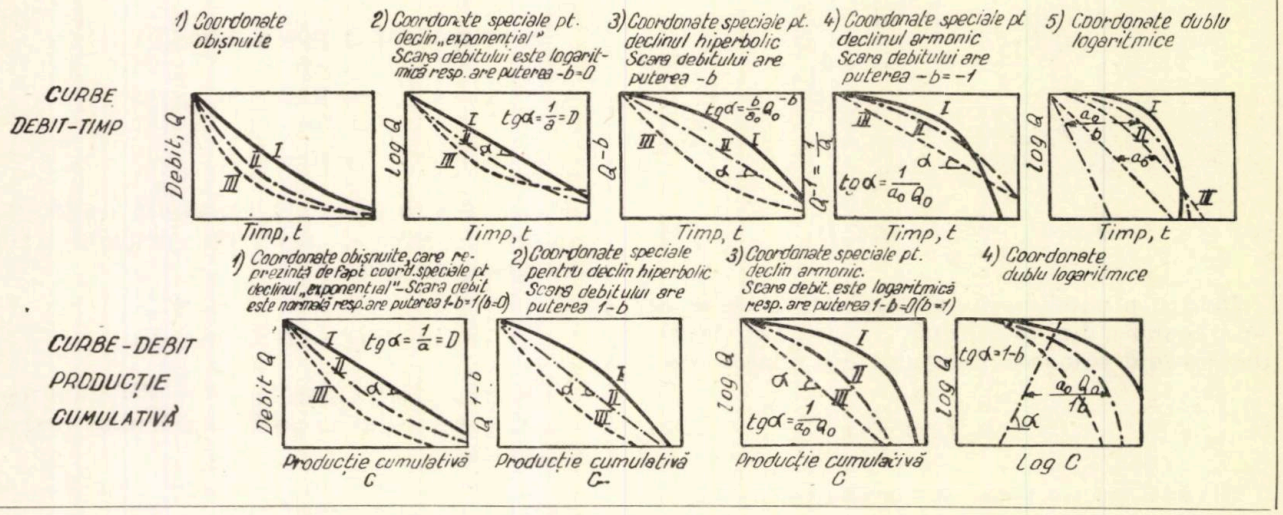
Tabela 1

RELAȚII DE CALCUL ÎN CAZUL VARIAȚIEI LINIARE A INVERSULUI DECLINULUI

Tipul declinului	Declin constant	Declin hiperbolic	Declin armonic
Caracteristici fundamentale	Declinul este constant $b = 0$	Declinul este proporțional cu o putere fracționară a debitului $0 < b < 1$	Declinul este proporțional cu debitul $b = 1$
Inversul declinului $= \frac{Q}{\frac{dQ}{dt}}$	Constant a	Serie aritmetică cu rația b $a_0 + bt$	Serie aritmetică cu rația 1 $a_0 + t$
Relații debit-timp	$Q = Q_0 e^{-\frac{t}{a}}$ $Q = Q_0 e^{-Dt}$ $Q = Q_0 (1-D)^t$	$Q = Q_0 \left(1 + \frac{b}{a_0} t\right)^{-\frac{1}{b}}$	$Q = Q_0 \frac{a_0}{a_0 + t}$

Tabela 1 (continuare)

Tipul declinului	Declin constant	Declin hiperbolic	Declin armonic
Relaţii cumulativ-debit	$C = a(Q_0 - Q)$ $C = \frac{Q_0 - Q}{D}$	$C = \frac{a_0 Q_0^b}{1-b}(Q_0^{1-b} - Q^{1-b})$	$C = a_0 Q_0 \ln \frac{Q_0}{Q}$
Declinul	$D = \frac{1}{a}$	$D = \frac{1}{a_0}\left(\frac{Q}{Q_0}\right)^b$	$D = \frac{1}{a_0}\frac{Q}{Q_0}$



II. PROCEDEE DE PRELUCRARE A DATELOR DE PRODUCŢIE

1. Stabilirea tipului de declin

a) *Metode analitice*

Pentru stabilirea tipului de declin şi, eventual, a constantelor respective se utilizează relaţiile (9) şi (15) scrise în diferenţe finite şi, în acest scop, cu datele de producţie medii pe un interval de timp mai mare exprimate pe sondă, grup de sonde, zăcămînt se întocmesc tablouri în care se trece :

— debitul pe intervale de timp cu atît mai mari cu cît fluctuaţiile acestuia sînt mai mari;

— diferenţa dintre producţia la un moment dat şi producţia anterioară;

— raportul dintre producţia la un moment dat şi diferenţa următoare, înmulţit cu numărul de unităţi de timp (luni sau ani) din intervalul la care s-au înscris debitele în tablou.

Dacă această ultimă valoare este practic constantă, declinul este constant, respectiv curba de variaţie a debitului în funcţie de timp este exponenţială. Valoarea d a declinului în procente se obţine împărţind 100 la media aritmetică a valorilor din ultima coloană din tablou.

Rezultatele unui astfel de calcul în care debitele lunare au fost trecute din trei în trei luni într-un interval de timp de doi ani sînt redate în tabela 2.

Tabela 2

STABILIREA DECLINULUI ÎN CAZUL UNEI CURBE DE VARIAŢIE A DEBITULUI ÎN FUNCŢIE DE TIMP, DE TIP EXPONENŢIAL

Luna	Anul	Debitul* lunar, t/lună	Diferenţa dintre debitele lunare $\Delta Q = Q_t - Q_{t+3}$	Raportul** $a = 3\frac{Q_t}{Q_t - Q_{t+3}}$
Ianuarie	1955	920		
Aprilie	1955	862	58	47,58
Iulie	1955	806	56	46,17
Octombrie	1955	754	52	46,50
Ianuarie	1956	704	50	45,24
Aprilie	1956	660	44	48,00
Iulie	1956	618	42	47,13
Octombrie	1956	576	42	44,13
Ianuarie	1957	539	37	46,39
Aprilie	1957	504	35	46,39
Iulie	1957	471	33	46,39
Octombrie	1957	441	30	46,39
Ianuarie	1958	413	28	46,39
Aprilie	1958	387	26	46,39

* Debitul de ţiţei poate fi exprimat în orice unităţi deoarece acestea nu influenţează valoarea raportului $\frac{Q}{\Delta Q}$.

** Valoarea inversului declinului va depinde atît de intervalele de timp la care s-au înregistrat debitele cît şi de unităţile de măsură a timpului.

În cazul în care valorile raportului a din ultima coloană a tabelei 2 nu sînt constante și au o tendință de creștere, tabela se completează cu încă o coloană în care se trec diferențele dintre valorile lui a împărțite la numărul de unități de timp (luni sau ani) din intervalul la care s-au înscris datele în tablou.

Dacă valorile obținute în această ultimă coloană sînt practic constante, curba de declin este de tip hiperbolic, iar media aritmetică a acestora reprezintă valoarea exponentului b. În cazul în care $b = 1$ declinul este armonic.

Rezultatele unui astfel de calcul în care debitele lunare au fost trecute din trei în trei luni sînt redate în tabela 3.

Tabela 3

STABILIREA DECLINULUI ÎN CAZUL ÎN CARE ACESTA ARE O VARIAȚIE ÎN TIMP DE TIP HIPERBOLIC

Luna	Anul	Debitul* lunar, t/lună	Diferența dintre debitele lunare $\Delta Q = Q_t - Q_{t+3}$	Raportul $a = 3\,\frac{Q_t}{Q_t - Q_{t+3}}$	Diferența dintre valorile raportului a** $b = \frac{\Delta\left(3\,\frac{Q_0}{\Delta Q}\right)}{3}$
Ianuarie	1955	5 640			
Aprilie	1955	3 136	2504	6,75	
Iulie	1955	1 940	1196	7,86	0,37
Octombrie	1955	1 327	613	9,48	0,54
Ianuarie	1956	955	372	10,70	0,40
Aprilie	1956	726	229	12,51	0,60
Iulie	1956	570	156	13,96	0,48
Octombrie	1956	460	110	15,54	0,52
Ianuarie	1957	381	79	17,46	0,64
Aprilie	1957	322	59	19,37	0,63
Iulie	1957	273	49	19,71	0,11
Octombrie	1957	235	38	21,55	0,61
Ianuarie	1958	205	30	23,50	0,65
Aprilie	1958	180	25	25,01	0,504
Iulie	1958	160	20	26,52	0,504
Octombrie	1958	143	17	28,03	0,504
Ianuarie	1959	129	14	29,55	0,504
Aprilie	1959	117	12	31,06	0,504
Iulie	1959	106,5	10,5	32,57	0,504
Octombrie	1959	97,0	9,5	34,08	0,504
Ianuarie	1960	89,0	8,0	35,60	0,504
Aprilie	1960	82,0	7,0	37,11	0,504
Iulie	1960	76,0	6,0	38,62	0,504
Octombrie	1960	70,5	5,5	40,13	0,504

* Debitul de țiței poate fi exprimat în orice unități deoarece acestea nu influențează valoarea raportului $\frac{Q}{\Delta Q}$.

** Valoarea lui b este independentă de intervalele de timp alese și de unitățile de măsură a timpului, însă valoarea a_0 depinde și de intervalele de timp alese și de unitățile de măsură a acestora.

După cum se vede, în acest caz a este crescător și prin urmare declinul scade în timp.

Pentru determinarea constantei a_0, necesară calculului producției viitoare sau al debitului, se adaugă la ultima valoare a lui a valoarea medie a lui b, determinată ca mai sus, multiplicată cu numărul de unități de timp dintre două debite succesive (în exemplul dat, 3). Se menționează că drept producție inițială, Q_0, se ia ultima producție înregistrată.

b) *Metode grafice*

Se reprezintă pe hîrtie semilogaritmică debitul de țiței în funcție de timp. Dacă prin punctele astfel înscrise se poate trasa cu suficientă aproximație o dreaptă, declinul este constant, respectiv curba de variație a debitului în funcție de timp este de tip exponențial, valoarea declinului fiind dată de panta dreptei.

Dreapta medie se trasează în așa fel încît numărul de puncte de o parte și de alta a dreptei să fie aproximativ același, iar suprafețele dintre linia finită care unește punctele înscrise și dreaptă să se compenseze*.

Pentru a exclude trasarea subiectivă a dreptei medii se poate utiliza procedeul micilor pătrate.

De asemenea, a fost construit un calculator care permite să se determine rapid, direct de pe dreapta de declin, valoarea declinului lunar în procente.

În figura 4 este redat un exemplu de curbă de declin exponențial.

În cazul în care declinul nu este constant, respectiv variația debitului în funcție de timp pe hîrtie semilogaritmică nu este liniară, debitele în funcție de timp se înscriu pe hîrtie dublu logaritmică și se trasează o curbă medie care se mută spre valori crescătoare ale timpului, pînă cînd se obține o dreaptă. În acest scop, sînt necesare cîteva încercări.

Cantitatea cu care a fost mutată curba reprezintă, așa cum s-a arătat, raportul $\frac{a_0}{b}$, iar panta dreptei are valoarea $-\frac{1}{b}$. În cazul în care a_0 are valori mici, cantitatea cu care trebuie mutată curba este redusă și s-ar putea obține direct o dreaptă. Dacă panta dreptei este egală cu -1, curba de declin este armonică. În figura 6 sînt redate în coordonate dublu logaritmice curba de variație a debitului de țiței în timp și dreapta obținută după mutarea acestuia cu valoarea $\frac{a_0}{b}$.

Valorile lui b și a_0 calculate în acest fel pot fi utilizate pentru calculul producției viitoare. Pentru a exclude trasarea subiectivă a dreptei medii se poate utiliza procedeul micilor pătrate.

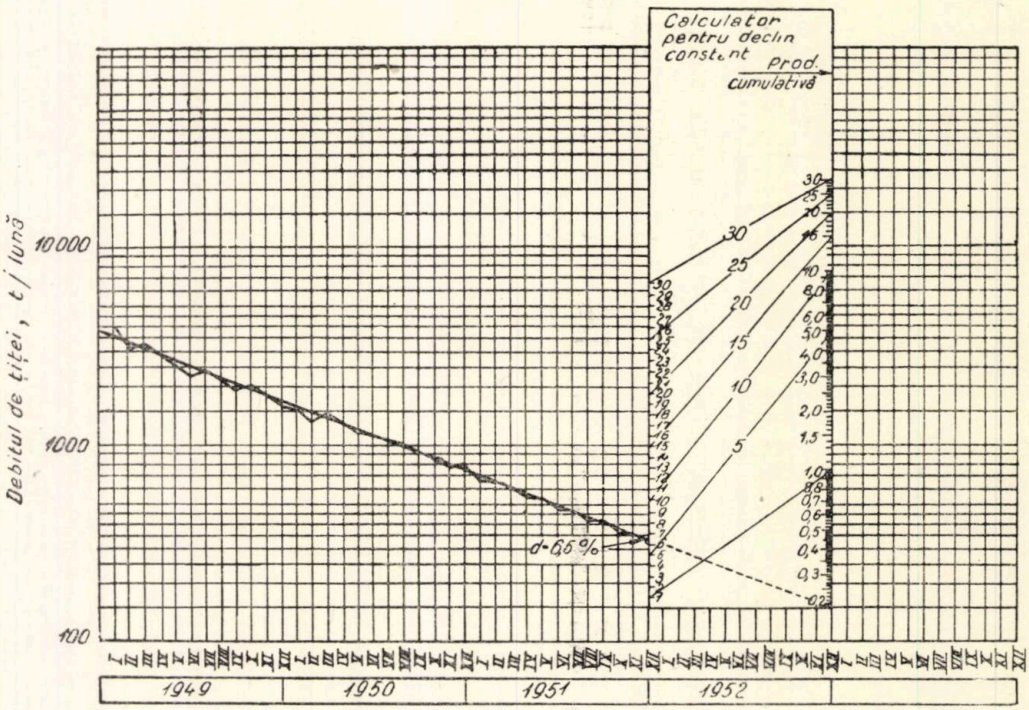


Fig. 4. Exemplu de curbă de variație a debitului în funcție de timp de tip exponențial și modul de utilizare a calculatorului pentru determinarea directă a declinului.

* Întrucît scara debitului este logaritmică trebuie avut în vedere ca suprafețele de deasupra dreptei să fie mai mici.

2. Prevederi de producție

A. DECLIN CONSTANT

a) *Procedee analitice*

Cunoscînd tipul de declin și valoarea constantelor care îl caracterizează, se pot calcula:

— variația viitoare a debitului în funcție de timp;

— cumulativul de țiței extras pînă la o anumită valoare a debitului;

— variația debitului în funcție de cumulativul extras.

Fără îndoială că, în acest fel, se poate cunoaște și cumulativul de țiței extras în orice interval de timp.

Debitul de țiței. Cunoscînd valoarea inversului declinului $a = \frac{1}{D}$, se pot calcula, așa cum se arată în partea de jos a tabelei 2, debitele succesive la sfîrșitul intervalelor de timp luate în considerare. Procedeul de calcul este invers aceluia care a servit la stabilirea tipului și valorii declinului. Pentru a se obține direct valoarea debitului după un interval de timp t, se utilizează relația (11), respectiv:

$$Q_t = Q_0\left(1 - \frac{d}{100}\right)^t, \qquad (45)$$

unde debitul poate fi exprimat în orice fel de unități (debit anual, lunar, zilnic, mediu lunar), iar timpul t se exprimă în ani sau în luni, după cum declinul exprimat în procente este declin anual sau lunar, iar Q_0 este valoarea ultimului debit înregistrat.

În același scop pot fi utilizate și tabele, în care se redă raportul debitelor pentru diverse valori ale timpului și ale declinului d.

Producția cumulativă. Producția cumulativă pînă la un debit Q se poate determina din relația (13), respectiv:

$$C = a(Q_1 - Q_{t+1}) = 100\,\frac{Q_1 - Q_{t+1}}{d}, \qquad (46)$$

unde Q este debitul de țiței anual sau lunar, iar d declinul în procente, sau dacă debitul se exprimă ca debit zilnic mediu lunar, admițînd că toate lunile sînt egale și fiecare au 30, 42 zile:

$$C = 3\,042\,\frac{Q_1 - Q_{t+1}}{d}, \qquad (47)$$

unde Q_1 și Q_{t+1} se pot determina cu ajutorul relației (45).

Timpul. Timpul în luni sau ani în care se obține producția cumulativă C sau după care debitul a ajuns la valoarea Q se determină cu ajutorul relației:

$$t = \frac{\log\left(1 - \frac{d \cdot C}{100\,Q_1}\right)}{\log\left(1 - \frac{d}{100}\right)}, \qquad (48)$$

sau dacă debitul este exprimat ca debit zilnic mediu lunar, relația (48) devine:

$$t = \frac{\log\left(1 - \frac{d \cdot C}{3042\,Q_1}\right)}{\log\left(1 - \frac{d}{100}\right)}, \qquad (49)$$

Exemple de calcul. Se cunosc debitul zilnic mediu lunar din ultima lună $Q_0 = 48$ t/zi și declinul lunar $d = 2{,}2\,\%$. Să se calculeze debitul zilnic mediu lunar cu care va produce sonda în luna a 17-a. Utilizînd relația (15) rezultă:

$$Q_{17} = 48\left(1 - \frac{2{,}2}{100}\right)^{17} = 48 \times 0{,}978^{17}$$

$$\log\ 0{,}978^{17} = 17 \log 0{,}978 = 17 \times$$

$$\times\,\bar{1}{,}99034 = \bar{1}{,}83578.$$

Acest logaritm corespunde numărului 0,68515 și, prin urmare:

$$Q_{17} = 48 \times 0{,}68515 = 32{,}9 \text{ t/zi}.$$

O sondă produce un debit zilnic mediu lunar $Q_0 = 34{,}9$ t/zi, cu un declin lunar $d = 2{,}5\,\%$. Să se calculeze cumulativul pînă la un debit zilnic mediu lunar: $Q_{t+1} = 1$ t/zi.

Din relația (45) se determină debitul în prima lună $Q_1 = 34$ t/zi. Utilizînd relația (47) se obține:

$$C = 3\,042\,\frac{34 - 1}{2{,}5} = 40\,147 \text{ t}.$$

Numărul de luni în care se va extrage acest cumulativ rezultă din relația (49):

$$t = 139 \text{ luni}.$$

b) *Metode grafice*

Debitul de țiței. Dreapta medie trasată pe hîrtie semilogaritmică (fig. 4) se prelungește și se poate citi direct valoarea debitului la orice timp.

Producția cumulativă. Întrucît producția cumulativă variază liniar cu debitul de țiței (relațiile 46, 47) panta dreptei fiind $-\frac{3\,042}{d}$, dacă debitul se exprimă ca debit zilnic mediu lunar, iar declinul lunar este exprimat în procente, sau $-\frac{100}{d}$, dacă debitul se ex-

primă ca debit lunar sau anual, iar declinul, în procente, reprezintă declinul lunar, respectiv declinul anual, iar ordonata la origină a dreptei este $\frac{3\,042\,Q_1}{d}$, respectiv $\frac{100\,Q_1}{d}$, se pot construi nomograme.

În astfel de nomograme se utilizează debitul exprimat ca debit zilnic mediu lunar și producția cumulativă se poate citi direct, dacă se cunoaște diferența dintre primul debit estimat Q_1 și debitul pînă la care se calculează producția cumulativă Q_{t+1} și valoarea declinului.

Producția cumulativă mai poate fi obținută aproximativ și direct, după dreapta de declin din figura 4, utilizînd calculatorul așa cum se arată în figura 5.

P r o d u c ț i a c u m u l a t i v ă. Producția cumulativă într-un interval de timp dat sau pînă la o anumită valoare a debitului este dată de relația :

$$C = \frac{a_0 Q_0}{b-1}\left[\left(1 + \frac{b}{a_0}\,t\right)^{1-\frac{1}{b}} - 1\right] \qquad (51)$$

sau :

$$C = \frac{a_0 Q_0^b}{1-b}\,(Q_0^{1-b} - Q_t^{1-b}). \qquad (52)$$

Aplicînd aceste relații, valoarea rezultată este ceva mai mare decît cea reală, respectiv decît aceea rezultată din însumarea debitelor care s-ar înregistra, întrucît Q_0 reprezintă debitul ultim înregistrat, iar variația debitului în timp se presupune continuă și poate fi corectată dacă se scade semidiferența $\frac{Q_0 - Q_t}{2}$, unde debitul este exprimat în t/lună sau t/an, dacă timpul este exprimat în luni sau ani.

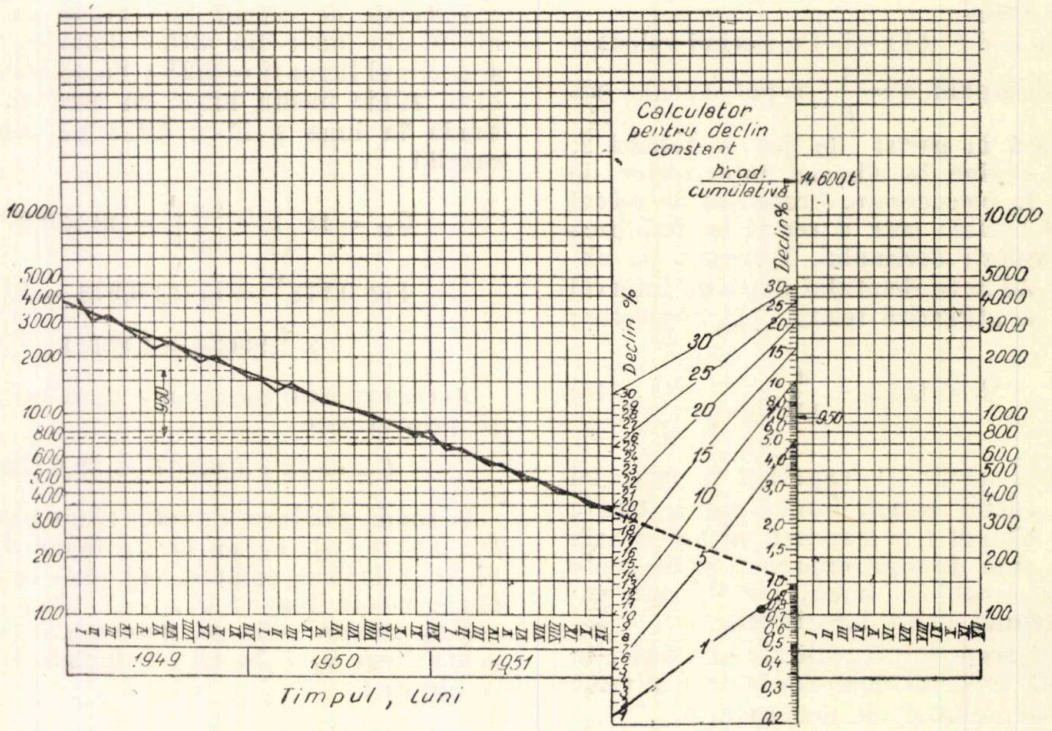


Fig. 5. Determinarea producției cumulative de țiței cu ajutorul calculatorului în cazul declinului constant.

B. DECLIN HIPERBOLIC

a) *Metode analitice*

D e b i t u l d e ț i ț e i. Cunoscînd valorile constantelor a_0 și b care caracterizează declinul din prelucrarea datelor de producție în modul indicat în tabela 3, se poate trece la estimarea variației viitoare a debitului în timp cu ajutorul aceleiași tabele, procedînd însă în sens invers, respectiv plecînd de la valoarea estimată pentru constanta b (media valorilor calculate) se determină succesiv debitul de țiței.

Pentru a obține direct valoarea debitului de țiței la un moment dat se aplică relația (18) :

$$Q_t = Q_0\left(1 + \frac{b}{a_0}\,t\right)^{-\frac{1}{b}}. \qquad (50)$$

Dacă debitul este exprimat ca debit zilnic mediu lunar, iar timpul în luni, producția cumulativă se determină prin relațiile :

$$C = \frac{30{,}42\,a_0 Q_0}{b-1}\left[\left(1 + \frac{b}{a_0}\,t\right)^{1-\frac{1}{b}} - 1\right] \qquad (53)$$

sau :

$$C = \frac{30{,}42\,a_0 Q_0^b}{1-b}\,(Q_0^{1-b} - Q_t^{1-b}), \qquad (54)$$

iar corecția devine : $\frac{30,42}{2}(Q_0 - Q_t)$.

Exemplu. Se presupune că, în cazul unei sonde, debitul de țiței are un declin hiperbolic cu constantele pentru timpul exprimat în luni $a_0 = 20$ și $b = 0,4$ și valoarea ultimă înregistrată a debitului este $Q_0 = 46,4$ t/zi. Se cer debitul după 20 de luni și producția cumulativă în acest interval de timp.

Pentru debit se utilizează relația (50) :

$$Q_{20} = 46,4\left(1 + \frac{0,4}{20}20\right)^{-2,5} =$$

$$= \frac{46,4}{1,4^{2,5}} = \frac{46,4}{2,34} = 20 \text{ t/zi.}$$

Producția cumulativă se determină cu relația (53) sau (54) :

$$C = \frac{30,42 \times 20 \times 46,4}{-0,6}\left[\left(1 - \frac{0,4}{20}20\right)^{-1,5} - 1\right] -$$

$$- \frac{46,4 - 20}{2}30,42 = 18\,800 - 400 = 18\,400 \text{ t}$$

sau :

$$C = \frac{30,42 \times 20 \times 46,4^{0,4}}{0,6}(46,4^{0,6} - 20^{0,6}) =$$

$$= \frac{46,4-20}{2}30,42 = 18\,800 - 400 = 18\,400 \text{ t.}$$

b) *Metode grafice*

Debitul de țiței. Valoarea debitului de țiței la un moment dat se poate obține direct, prin prelungirea dreptei care se obține pe hîrtia dublu logaritmică, după ce curba de variație a debitului în timp a fost mutată cu cantitatea $\frac{a_0}{b}$, ținînd seamă că scara timpului pentru dreaptă este : $t + \frac{a_0}{b}$ (fig. 6).

Extrapolarea pe hîrtie dublu logaritmică are însă dezavantajul că citirile nu se pot face exact, mai ales la valori mari ale timpului, iar pe de altă parte metoda este laborioasă, întrucît necesită mutarea curbei prin încercări. Din această cauză este preferabilă extrapolarea curbei de variație a debitului în funcție de timp pe o hîrtie în care scara timpului este normală. Astfel, dacă se utilizează hîrtie semilogaritmică, se trasează o curbă medie prin punctele înregistrate (fig. 7), și pe baza relației (33), respectiv (34), s-a elaborat un procedeu grafic relativ simplu pentru extrapolarea acestuia în viitor (redat în fig. 7). În acest scop se aleg două puncte de pe curbă A și B, și la jumătatea intervalului de timp între aceste puncte se trasează o verticală care întîlnește curba în punctul E.

În continuare se trasează orizontale din punctele A și B pînă la intersecția cu verticala prin E, obținîndu-se punctele C și D. Prin punctele

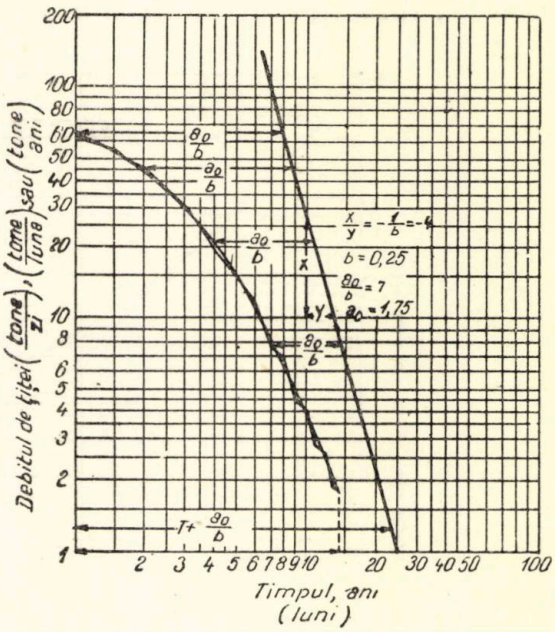


Fig. 6. Curba de variație a declinului în funcție de timp în coordonate dublu logaritmice și dreapta care se obține după mutarea în cazul declinului hiperbolic.

C și D se duc paralele la dreapta EB, care intersectează verticala dusă prin punctul B în punctele G și F. Prin punctul G se duce o orizontală care întîlnește curba debitului în punctul H, și acesta se unește cu punctul F. Punctul în care paralela dusă prin G la dreapta HF întîlnește orizontala trasată prin punctul F, notat cu X, reprezintă debitul la timpul respectiv. Curba se prelungește pînă în acest punct, și operația poate fi repetată.

Practica arată că nu este necesară totdeauna cunoașterea exactă a valorii lui b, care, după cum s-a arătat, variază între valoarea zero, pentru declinul constant, și valoarea 1, pentru declinul armonic, și — prin urmare — au fost construite hîrtii speciale cu scara timpului normală, în care debitul de țiței variază liniar cu timpul, pentru $b=0$, $b = 0,25$, $b=0,5$, $b = 0,75$ și $b = 1$. Prima hîrtie are scara pe care se scrie debitul logaritmic și corespunde, după cum s-a arătat, declinului constant.

În acest caz, dacă se cunoaște valoarea lui b, valorile debitului se reprezintă pe hîrtie corespunzătoare, și datele se extrapolează liniar. Dacă b nu se cunoaște, se determină prin cîteva încercări care este hîrtia cea mai convenabilă și se înscriu toate datele pe ea, trecîndu-se apoi la extrapolare liniară. În acest scop, debitul în funcție de timp se înscrie pe hîrtia cu scara debitului la puterea $-b = -0,5$, și dacă se obține o curbă sînt posibile două cazuri

(a se vedea tabela 1) : $b > 0{,}5$ — curba are concavitatea spre valori crescătoare ale debitului, $b < 0{,}5$ — curba are concavitatea spre valori descrescătoare ale debitului.

În continuare se încearcă hîrtiile speciale următoare, adică cu scara debitului la puterea

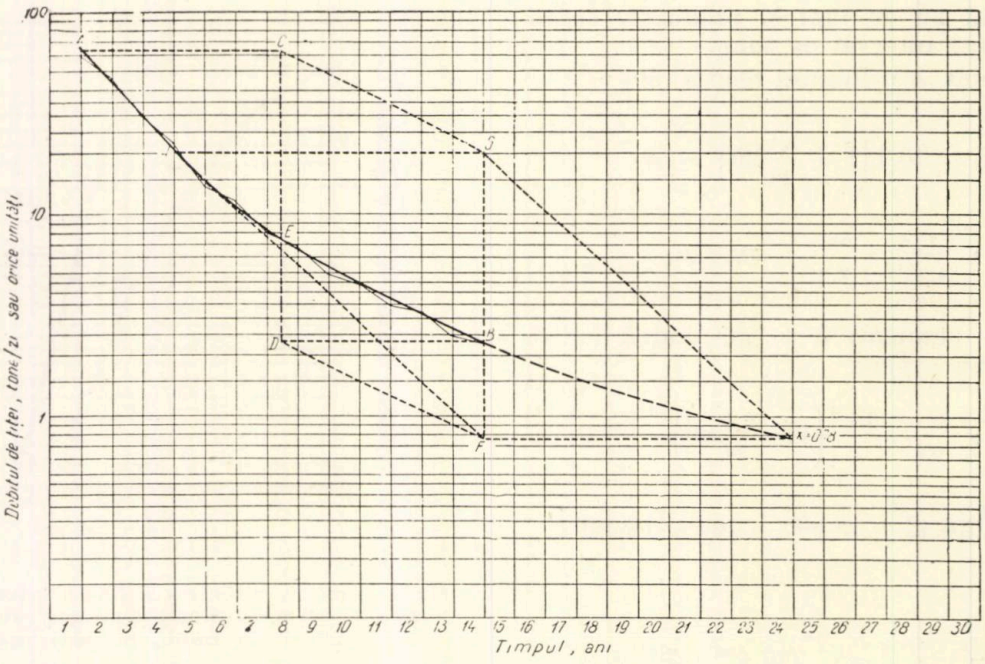


Fig. 7. Procedeu de extrapolare a debitului pe hîrtie semilogaritmică în cazul declinului hiperbolic:
1 — se iau două puncte pe curba *A* și *B*: *2* — se duce o verticală prin mijlocul distanței dintre punctele *A* și *B* care intersectează verticala în *E*; *3* — se duc două orizontale prin punctele *A* și *B* care intersectează verticala prin *E* și punctele *C* și *D*; *4* — prin punctele *C* și *D* se duc paralele la segmentul *EB*, care întîlnesc verticala dusă prin punctul *B*, în punctele *G* și *F*; *5* — prin punctul *G* se duce o orizontală care întîlnește curba în *H*; *6* — se unește punctul *H* cu punctul *F*; *7* — prin *G* se duce o paralelă la segmentul *HF* care întîlnește orizontala dusă prin punctul *F* în punctul *X*, care reprezintă o nouă valoare a debitului la timpul respectiv; *8* — curba se extrapolează între *B* și *X* și procedeul poate fi repetat.

$-b = -0{,}75$, respectiv $-b = -0{,}25$, și se poate determina intervalul de valori în care se află constanta b.

În figura 8 este redată o astfel de curbă pe hîrtie specială cu $-b = -0{,}5$.

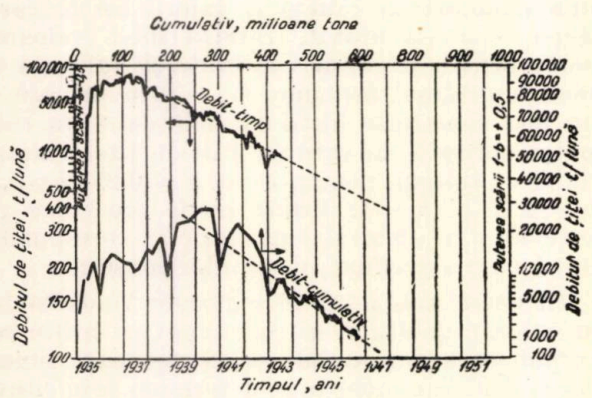


Fig. 8. Variația debitului în funcție de timp și de producția cumulativă pe hîrtii speciale cu scara debitului la o putere corespunzătoare astfel ca variația debitului să fie liniară (cazul $b = 0{,}5$).

Producția cumulativă. În scopul determinării producției cumulative a fost construită o serie de nomograme cu ajutorul cărora se poate determina direct cumulativul de țiței produs de la o anumită valoare a debitului pînă la zero, dacă se cunosc constantele a_0 și b și valoarea T a timpului după care debitul de țiței a ajuns la valoarea 1 [T se calculează cu ajutorul relației (23) sau se citește direct în figurile 3 și 6]. Pentru determinarea producției cumulative dintre două valori ale debitului, se citesc producțiile cumulative totale (pînă la zero) ale celor două debite, diferența dintre acestea fiind chiar producția cumulativă căutată.

Întrucît, așa cum se poate vedea din relația (26), producția cumulativă variază liniar cu debitul la puterea $1 - b$, au fost construite și hîrtii în care scara producției cumulative este normală, iar scara debitului are puterea $1 - b$, astfel că, înregistrînd direct pe această hîrtie debitul în funcție de producția cumulativă, ținînd seamă ca puterea scării să fie corespunzătoare valorii b pentru care relația debit-timp era liniară, rezultă o dreaptă, prin a cărei extrapolare se poate obține producția cumulativă între două valori ale debitului.

În figura 8, în care a fost redată variația debitului în funcție de timp pentru $-b = -0{,}5$, s-a redat și variația debitului în funcție de producția cumulativă, respectiv tot pe o hîrtie specială, cu scara debitului la puterea $1 - b = +0{,}5$.

c. DECLIN ARMONIC

Declinul armonic reprezintă un caz special al declinului hiperbolic, și — prin urmare — toate cele expuse cu privire la declinul hiperbolic rămîn valabile pentru $b = 1$, respectiv $b - 1 = 0$, cu excepția estimării producției cumulative prin metode analitice, pentru care înlocuirea $b = 1$ în relațiile (51) și (52) duce la o nedeterminare și, deci, trebuie utilizată relația (39), rezultată dintr-o nouă integrare a ecuației (12) cu valoarea debitului dată de relația (38).

III. PROPUNERI PENTRU UNIFICAREA METODELOR DE PRELUCRARE STATISTICĂ A DATELOR DE PRODUCȚIE

1. Tipuri de declin întîlnite în mod curent

Analiza variației de timp a debitului de țiței la sondele care exploatează 50 de obiective productive a arătat că, în general, declinul este hiperbolic.

În 22 de cazuri, exponentul b a avut valori cuprinse între 0,15 și 0,6, la 13 obiective valoarea acestuia a fost de 0,8 — 0,95, declinul apropiindu-se de cel armonic, iar în șapte cazuri, b a avut valori intermediare, cuprinse între 0,6 și 0,8. În opt cazuri declinul este armonic. În acest fel, pentru estimațiile de producție de lungă durată (planuri de perspectivă, calculul rezervelor de țiței), este necesară prelucrarea datelor de producție ținînd seamă de variația declinului în timp. În caz contrar, admițînd un declin constant, se subestimează debitele și cumulativul de țiței extras în viitor și se obțin rezerve de țiței mult mai mici decît cele reale. De asemenea, durata exploatării

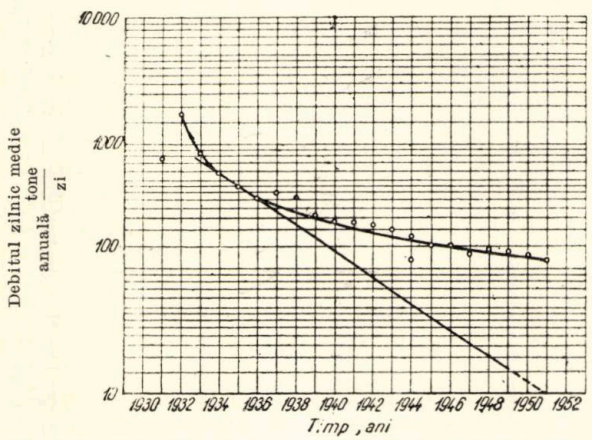


Fig. 9. Variația în timp a debitului real de țiței și a debitului estimat admițînd un declin constant.

pînă la atingerea unui anumit debit, rezultată în acest caz, este mult mai mică.

În figura 9, este arătată variația în timp a debitului unui obiectiv productiv. Dacă între anii 1934 și 1936 s-ar fi considerat că declinul este constant, estimațiile de producție efectuate pe această bază arată că debitul ar fi ajuns la 10 t/zi în anul 1951. În realitate, la această dată debitul de țiței a fost de 120 t/zi.

Față de acest lucru, pe un interval de timp relativ scurt, se pot obține rezultate apropiate de realitate, admițînd că declinul este constant și, prin urmare, estimațiile de scurtă durată (prevederi de producție anuale) se pot face pe această bază.

2. Categorii de sonde de exploatare

Sondele de exploatare pot fi grupate ținînd seamă de posibilitățile productive ale acestora și de modul de exploatare, și anume :

a. Sonde care produc la debit potențial.

b. Sonde care produc la debite inferioare debitului potențial.

În principiu, estimarea producției viitoare pe baza curbelor de declin se poate face numai la sondele din prima categorie.

La celelalte sonde, estimarea producției viitoare trebuie să se facă ținînd seamă de valorile debitului diferitelor sonde impuse de sistemul de exploatare a zăcămîntului, în scopul asigurării unei eficacități tehnico-economice mai mari.

În acest sens, debitul sondelor poate avea valori inferioare debitului potențial, în scopul favorizării curgerii gravitaționale și formării unui cap secundar de gaze la zăcămintele cu înclinare relativ mare, pentru dirijarea avansării contactului apă-țiței sau gaze-țiței, la zăcămintele cu permeabilitate variabilă pe orizontală, la care se observă o avansare naturală sau artificială a apei sau gazelor, pentru evitarea formării conurilor de apă sau de gaze și a viiturilor de nisip, precum și pentru evitarea deteriorării mecanice și a cimentării primare prin exploatarea sondelor cu presiuni diferențiale excesive etc.

De asemenea, la unele sonde, debitul este inferior debitului potențial, întrucît acestea nu sînt exploatate în regim tehnologic optim. Măsurile de mărire a afluxului de țiței în sondă pot, de asemenea, să modifice debitul potențial al sondelor.

La toate aceste sonde, estimarea producției viitoare trebuie să se facă ținînd seamă de măsurile tehnologice care urmează a se aplica sau de normele de debit impuse de sistemul de exploatare a zăcămîntului. Acest lucru se poate face prin completarea unei fișe de planificare a producției, care trebuie să cuprindă date generale asupra zăcămîntului și sondei, date rezultate din cercetarea sondei, stabilirea debitului optim, norme pentru lucrările de intervenție, precum și calculele eficacității măsurilor tehnice proiectate. Concepută în acest fel, fișa de planificare a producției dă posibilitatea să se cunoască volumul și eficacitatea

măsurilor tehnologice aplicate, volumul investițiilor, debitul sondei, precum și cumulativul anual.

Pe baza acestei fișe se pot determina orele de funcționare a sondei, cîți muncitori, cîte ore-granic și cîte materiale sînt necesare. Cu alte cuvinte, fișa-plan oglindește măsurile care se execută la fiecare sondă în anul respectiv. În plus, acest mod de estimare a producției viitoare permite stabilirea utilajului și personalului necesar realizării măsurilor propuse.

În figura 10 este redat un model de fișă-plan.

Din această fișă se poate calcula, ținînd seamă de debitul și declinul estimat, debitul mediu zilnic lunar în fiecare lună. În acest fel, producția de țiței poate fi estimată suficient de exact dacă intervalul de timp pe care se fac estimațiile nu este prea lung (1 an).

Față de cele arătate, se propune următoarea metodică de prelucrare a datelor de producție:

3. Calculul rezervelor de țiței

Calculul rezervelor de țiței folosind curbele de declin se poate aplica numai la zăcămintele vechi, unde majoritatea sondelor sînt produse la debitul potențial.

În acest scop, pentru fiecare zăcămînt în parte sînt înregistrate și prelucrate, prin procedeele indicate, debitele tuturor sondelor care au produs la debitul potențial de la începutul exploatării sau pe un interval de minimum 10 ani.

Nr. curent	Nr. sondei	Coloana de exploat.	Liner. Diametrul / Ad. capului	Talpa sondei: Oglinda c.m. / Talpa măsurată	Talpa sondei: Data măsurătorii	Interval perf. Capul / Baza	Stratul exploatat și formațiunea	Data intrării în producție la stratul în exploatare	Producția în 124 ore: Țiței	Apă	Impurități %: Apă	Impurități %: Nisip	Total lichid	Gaze	Rația de gaze (R. G. T.)
m			m / m	m / m		m / m			t / m³	m³	%	%	m³	m³	m³/m³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

Erupție sau gazlift: Tubingul Diam.	Tubingul Lung.	Presiunea Tubing / Coloană	Duza ∅	Gaze comprimate: Introduse pentru gazlift	Gaze comprimate: Consum specific m³ t/țiței	Pompaj: Unitatea de pompaj	Separator Diam. / Lungime	Adîncimea de fixare a pompei	Tubing Diam.	Tubing Lung.	Prăjini Diam.	Prăjini Lung.	Pompa. Tip lungime P.T.B.	Diametrul pistonului	Parametri de pompaj: Cursa s	Parametri de pompaj: Bătăi n	Numărul orelor de funcționare	Debit teoretic	Randamantul volumetric
"	m	at / at	mm	m³/24 h	m³m³ lichid	tip t	n / m	m	"	m	"	m	"	"	m		h	m³/24 h	%
17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36

Pres. de fund. (sau niv. puț gol): Statică / Dinamică at sau m	Pres. de fund. (sau niv. puț gol): Data măsurătorii	Factor de deteriorare	Intervalul între intervenții zile	Programul tehnologic propus, respectiv motivarea debitului propus	Durata estimată a executării eventualelor măsurători tehnologice zile	Numărul de zile efectiv productive ale sondei zile	Coeficientul de exploatare estimat	Declin lunar estimat %	Producția așteptată: Debit zilnic mediu lunar inițial t/zi	Producția așteptată: Debit zilnic mediu lunar final (în ultima lună) t/zi	Producția așteptată: Cumulativ anual t/an	Producția așteptată: Debit zilnic mediu anual după zilele productive t/zi
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49

Fig. 10. Fișă-plan.

Constantele stabilite în acest fel şi debitul iniţial al tuturor sondelor vor servi la calculul producţiei viitoare.

Debitul de ţiţei se calculează luînd în considerare numărul efectiv de zile productive ale diferitelor sonde.

Exploatarea se face pînă la un debit-limită stabilit pe consideraţii de ordin economic.

Este preferabil să se înregistreze datele de producţie pe o unitate hidrodinamică.

4. Estimaţii de producţie de lungă durată

Ca şi în cazul calculului rezervelor de ţiţei, estimaţiile de producţie de lungă durată pe baza curbelor de declin duc la rezultate sigure, la sondele care exploatează zăcăminte vechi, la care sondele sînt produse la debite potenţiale. În acest caz se va proceda ca şi în cazul calculului rezervelor de ţiţei, cu deosebirea că debitul de ţiţei se calculează luînd în considerare numărul de zile calendaristice. Acest lucru presupune că şi în viitor coeficientul de exploatare va avea valoarea medie din perioada de producţie anterioară. Dacă se consideră că măsurile tehnologice care se vor aplica vor duce la acelaşi rezultat mediu în perioada de estimaţie ca şi în anii precedenţi, la stabilirea constantelor se poate lua în considerare variaţia debitului tuturor sondelor care au fost în exploatare continuu. Dacă numărul sondelor în exploatare variază de la an la an, este indicat să se prelucreze variaţia debitului sondei medii*.

5. Estimaţii de scurtă durată

Şi în acest caz, curbele de declin dau rezultate apropiate de realitate numai dacă sondele sînt produse la debit potenţial. Practic, se pot prelucra şi datele de la sondele care au avut acelaşi regim tehnologic (duză sau presiune diferenţială constantă).

Datele de producţie înregistrate pe zăcămînt pe o perioadă de 1—2 ani de la sondele din categoriile indicate mai sus, sau eventual debitul sondei medii, vor fi prelucrate admiţînd un declin constant. Valoarea declinului calculată în acest fel va fi corectată ţinînd seamă de reducerea acestuia în timp, reieşită din prelucrarea datelor aceluiaşi zăcămînt ca la punctul trei sau patru.

Valoarea declinului astfel obţinută va fi folosită la estimarea producţiei în anul următor, la sondele la care nu vor fi efectuate măsuri tehnologice. Debitul iniţial al acestor sonde Q_0 trebuie considerat ultimul debit lunar sau zilnic mediu lunar înregistrat, sau preferabil citit de pe curba de declin trasată prin punctele înregistrate.

Prevederea producţiei, din sondele la care se prevede efectuarea unor măsuri tehnologice, se va determina pe baza fişei de planificare din figura 10. Declinul acestor sonde se va considera cel mediu pe zăcămînt, sau cel calculat pentru sonda respectivă, separat în perioada în care aceasta a fost produsă la debit potenţial sau cu un anumit regim tehnologic.

Prevederile pe unităţile operative (şantiere, trusturi) se vor face însumînd datele obţinute de la toate sondele de pe diferite obiective.

Estimaţiile producţiei sondelor puse în exploatare în anul precedent datei de la care se fac calculele vor fi luate în considerare în mod separat, de la caz la caz, stabilindu-se fie o valoare de declin pe sondă sau grup de sonde, fie estimînd producţia viitoare pe baza unei fişe de planificare. Acelaşi lucru se referă şi la zăcămintele la care debitul diferitelor sonde este stabilit de sistemul de exploatare aplicat.

După cum coeficientul de exploatare se ia sau nu în considerare, debitul se referă la numărul de zile real productive, sau la numărul de zile calendaristice. De asemenea, dacă se consideră că şi în anul următor măsurile tehnologice vor avea acelaşi rezultat, se poate lua în considerare debitul tuturor sondelor care nu au intrat în producţie în anul respectiv.

Totuşi, acest procedeu reflectă şi extrapolează în viitor tehnica trecută de o parte, iar pe de altă parte, stabilirea planului de producţie exclusiv pe baza valorii de declin astfel stabilit apare ca un procedeu mecanic, întrucît o dată stabilit un declin de producţie dintr-un anumit an şi dacă planul se realizează întocmai, valoarea declinului este extrapolată în mod artificial şi în anul următor. Fluctuaţiile care apar în valorile de declin stabilite de la an la an se datoresc, eventual, declinului diferit al sondelor intrate în producţie în anul respectiv şi rezultatelor măsurilor tehnologice aplicate şi nu reprezintă de fapt scăderea declinului în timp care are loc în mod natural. Din această cauză trebuie considerat că în acest mod se subestimează posibilităţile reale de producţie.

În unele cazuri, în special la anumite zăcăminte puse în exploatare de cîţiva ani, sau la care se aplică procese de menţinere de presiune sau recuperare secundară, este de dorit ca estimaţiile de producţie să se facă pe sondă pe baza curbei de declin stabilite pentru sonda respectivă şi a posibilităţilor de producţie a sondei reflectate în fişa-plan (fig. 10).

6. Estimarea efectului unor operaţii de recuperare secundară sau mărire a afluxului de ţiţei

De obicei, estimarea efectului unui proces de recuperare secundară, sau a unor operaţii de mărire a afluxului de ţiţei se face comparînd debitele şi cumulativele de ţiţei obţinute cu

* Prin debitul unei sonde medii se înţelege raportul dintre debitul zăcămîntului şi numărul de sonde în exploatare.

cele reieşite din extrapolarea curbei de declin de producţie.

Acest procedeu are un caracter oarecum subiectiv, datorită modului în care se face extrapolarea în viitor a curbei de declin.

Pentru a evita acest lucru ar fi de dorit să se standardizeze un procedeu de extrapolare care chiar dacă nu va fi foarte exact va furniza date comparative. În acest scop se propune generalizarea procedeului de extrapolare grafică a curbelor de declin, care este indicat în figura 7.

IV. CONCLUZII

1. Au fost prezentate sub o formă unitară diferitele tipuri de curbe de declin, care s-au constatat că au o aplicabilitate mare.

2. S-au indicat procedee analitice şi grafice pentru stabilirea tipului de curbă de declin şi a constantelor respective. În cazul declinului constant s-au construit un calculator şi tabele care permit citirea directă a valorii declinului.

3. Pentru a exclude trasarea subiectivă a curbei medii de declin a fost indicat un procedeu simplificat, bazat pe metoda micilor pătrate.

4. Pentru estimarea variaţiei debitului de ţiţei în viitor, precum şi a producţiei viitoare s-au indicat procedee analitice cu exemple, precum şi metode grafice. Pentru simplificare s-au construit un calculator, care permite determinarea producţiei viitoare, precum şi nomograme şi tabele de calcul, atît în cazul în care numărul de sonde este constant cît şi în cazul în care numărul de sonde se măreşte.

5. În cazul declinului hiperbolic s-a indicat un procedeu grafic de extrapolare a debitului în timp pe hîrtie semilogaritmică şi s-au construit hîrtii cu scări speciale în care variaţia debitului în funcţie de timp, sau de producţia cumulativă este liniară.

6. În partea finală sînt analizate posibilităţile de utilizare a curbelor de declin la calculul rezervelor de ţiţei, a producţiei viitoare pe timp lung şi pe un an.

Notaţii

Q — debitul de ţiţei.
t — timpul.
T — timpul după care debitul devine egal cu unitatea.
D — declinul debitului de ţiţei.
d — declinul debitului de ţiţei exprimat în procente.
C — producţia cumulativă.
a şi b — constante.

Indici

0 — iniţial.
t — la timpul t.
z — zilnic.
l — lunar.
a — anual.

BIBLIOGRAFIE

[1] Pirson Silvain J. *Mathematical Methods of Decline Curve Extrapolation and Reserve Calculation.* În: The Oil Weckly, nr. 9, sept. 1946.

[2] Arps, J. J. *Analysis of Decline Curvesc.* AIME T.P. 1758, sept. 1944.

[3] Jdanov, M. A., Lisounob, V. R., Valicikо, A. V. şi Grişin F. A. *Podşcet zapasa nefti i gaza.* Gostoptehizdat, 1959.

[4] Arps, J. J., *Estimation of Primary Oil Reserves.* În: Journal of Petroleum Technology, nr. 8, aug. 1956.

[5] E. Russell Lloyd. *Curbele de declin ale lui Olds.* Traducere din World Oil, **126**, nr. 8, iul. 1947.

[6] Mead, H. N., *Modifications to Decline Curve analysis.* Petroleum Transactions AIME, 1956.

[7] * * * Arhiva de studii şi documente a ICFE Cîmpina.

[8] Codreanu, D., *Metode de calcul al rezervelor de ţiţei.* (lucrare nepublicată din arhiva ICFE).

Metoda „Carpatica" de clasificare chimică a țițeiurilor

Prof. dr. C. CREANGĂ

În ultimul timp, pentru clasificarea chimică a țițeiurilor s-a încercat folosirea datelor de compoziție pentru țițeiul luat în întregime. Această orientare către o bază cantitativă a clasificării reprezintă un progres față de criteriile calitative anterioare, care caracterizau țițeiul numai prin însușirile unei singure fracțiuni sau al unui număr limitat de fracțiuni.

Cunoscuta metodă propusă de Sachanen [1] în 1945 este prima care clasifică țițeiurile luînd în considerare compoziția tuturor fracțiunilor lui. Metoda însă nu are un criteriu unitar de caracterizare a claselor; unele sînt definite prin datele cicloanalizei Waterman, iar altele, majoritatea lor, prin datele analizei pe clase de hidrocarburi. Se observă, de asemenea, că unele clase nu sînt definite și delimitate precis.

În 1951, van Nes și van Westen [2], recunoscînd necesitatea unui criteriu cantitativ, sugerează ca bază de clasificare chimică a țițeiurilor distribuția atomilor de carbon în grupele structurale: parafinice, naftenice și aromatice, fără a face însă o delimitare în clase.

În ambele propuneri discutate mai sus nu se ia în considerare conținutul de ceară și de compuși cu sulf. În ultima propunere nu intervin, pentru caracterizare, nici compușii de natură asfaltică, distribuția carbonului în structuri referindu-se numai la hidrocarburile conținute. Se știe că cele trei categorii de compuși influențează mult caracterul chimic general al țițeiului și calitatea produselor, chiar atunci cînd aceștia se găsesc în proporții mici.

Ținînd seamă de observațiile făcute mai sus, am încercat să îmbunătățim criteriile de clasificare prin următoarele: dezvoltarea bazei cantitative a clasificării, introducerea unui criteriu unic de definire a claselor, delimitarea precisă a acestora, includerea unor caracterizări pentru componenți care influențează în mod deosebit caracterul chimic general și calitatea țițeiului. În acest scop, metoda propusă de noi [3], denumită „Carpatica", caracterizează țițeiurile prin două trăsături chimice de bază:

1. Compoziția fondului de hidrocarburi.

2. Proporția componenților: ceară, compuși de natură asfaltică, compuși cu sulf și distilat pînă la 200°C.

Compoziția fondului de hidrocarburi — totalitatea hidrocarburilor conținute în țiței — este dată de „indicii structurali":

$$\% C_P^t, \% C_N^t, \% C_A^t$$

care exprimă distribuția carbonului în structuri ($\%\ C^t_P$ — % carbon parafinic, $\%\ C^t_N$ — % carbon naftenic, $\%\ C^t_A$ — % carbon aromatic).

Aceste mărimi totale se calculează ca medii ponderate prin relațiile:

$$\%\ C^t_P = \sum \%\ C^t_P \cdot Rf/100 \quad (1)$$

$$\%\ C^t_N = \sum \%\ C^t_N \cdot Rf/100 \quad (2)$$

$$\%\ C^t_A = \sum \%\ C^t_A \cdot Rf/100 \quad (3)$$

în care, $\%\ C^t_P$, $\%\ C^t_N$ și $\%\ C^t_A$ sînt valorile corespunzătoare fracțiunilor considerate și Rf este randamentul acestor fracțiuni față de fondul de hidrocarburi.

Caracterizarea calității țițeiului prin însușirile de interes practic se face prin „indicii de calitate": c (% ceară), r (% rășini + % asfaltene), (s % sulf), d (% distilat în greutate pînă la 200°C).

CLASE DE ȚIȚEIURI

În noua schemă de clasificare se definesc șapte clase de țițeiuri, criteriul fiind compoziția fondului de hidrocarburi. Clasele arătate în tabela 1 sînt definite și delimitate pe baza variației indicilor structurali, ținînd seama de modul cum influențează caracterul chimic general componentele structurale cunoscute cantitativ prin acești indici.

Tabela 1

DENUMIREA ȘI DEFINIREA CLASELOR DE ȚIȚEIURI

Clase	Denumirea țițeiurilor	Delimitarea claselor prin valorile indicilor structurali
I	Parafinice	$\%\ C^t_P \geqslant 72$
II	Parafin-naftenice	$\%\ C^t_P \geqslant 50$; $\%\ C^t_P + C^t_N \geqslant 90$
III	Parafin-aromatice	$\%\ C^t_P \geqslant 50$; $\%\ C^t_P + \%\ C^t_A \geqslant 90$
IV	Parafin-naften-aromatice	$\%\ C^t_P \geqslant 50$; $\%C^t_N > C^t_A$; $\%C^t_A > 10$
V	Parafin-aromato-naftenice	$\%\ C^t_P \geqslant 50$; $\%C^t_A \geqslant C^t_N$; $\%C^t_N > 10$
VI	Naften-aromatice	$\%\ C^t_P < 50$; $\%C^t_N > \%\ C^t_A$
VII	Aromato-naftenice	$\%\ C^t_P < 50$; $\%C^t_A \geqslant \%\ C^t_N$

Clasa I — țițeiuri parafinice — a fost definită numai prin caracterul parafinic, care predomină cu mult față de celelalte ($\%C^t_P \geqslant 72$).

Spre deosebire de clasificarea Sachanen, noua schemă nu conține clase de țițeiuri naftenice sau aromatice, indicii structurali $\%\ C^t_N$ și $\%\ C^t_A$ fiind în toate cazurile mult mai mici decît 50.

În cazul claselor II și III, pe lîngă caracterul parafinic predominant, devine important caracterul naftenic sau cel aromatic, țițeiurile sînt denumite parafin-naftenice sau parafin-aromatice.

Clasele IV și V sînt definite prin toate cele trei caractere, cel parafinic fiind predominant. Indicii $\%\ C^t_N$ și $\%\ C^t_A$ sînt ambii mai mari ca 10. Țițeiurile sînt parafin-naften-aromatice sau parafin-aromato-naftenice, după cum primul indice este mai mare sau mai mic decît ultimul.

Clasele VI și VII conțin țițeiuri în care carbonul parafinic este comparativ mult scăzut ($\%\ C^t_P < 50$), scăderea fiind marcată în denumirile claselor; țițeiurile se numesc naften-aromatice sau aromato-naftenice, după raportul de mărime al indicilor structurali corespunzători.

Clasificarea „Carpatica" nu conține clase definite prin caracterul asfaltic — cum prevede clasificarea Sachanen — deoarece acest caracter nu este dat de fondul de hidrocarburi; el intervine, prin indicele de calitate r, la definirea grupelor de țițeiuri.

GRUPE DE ȚIȚEIURI

În aceeași clasă țițeiurile se deosebesc prin valorile indicilor de calitate. Cu acești indici, ținînd seamă de practica curentă, au fost delimitate caracterele: ceros, neceros, puțin rășinos, rășinos, asfaltos, nesulfuros și sulfuros (tabela 2).

Tabela 2

DEFINIREA CARACTERELOR DE CALITATE

Caracter	Limite pentru indicii de calitate
Neceros	$c < 2$
Ceros	$c \geqslant 2$ (c = % ceară)
Puțin rășinos	$r < 10$
Rășinos	$10 \geqslant r < 25$ (r = % rășini + % asfaltene)
Asfaltos	$r \geqslant 25$
Nesulfuros	$s < 0{,}5$
Sulfuros	$s \geqslant 0{,}5$ (s = % sulf)

Un țiței întrunește numai trei din cele șapte caractere menționate, ceea ce a dus la definirea a 12 grupe de țițeiuri, subdiviziuni ale claselor, înscrise în tabela 3.

Tabela 3

GRUPE DE ȚIȚEIURI

1	Ceroase-puțin rășinoase-nesulfuroase
2	Ceroase-puțin rășinoase-sulfuroase
3	Ceroase-rășinoase-nesulfuroase
4	Ceroase-rășinoase-sulfuroase
5	Ceroase-asfaltoase-nesulfuroase
6	Ceroase-asfaltoase-sulfuroase
7	Neceroase-puțin rășinoase-nesulfuroase
8	Neceroase-puțin rășinoase-sulfuroase
9	Neceroase-rășinoase-nesulfuroase
10	Neceroase-rășinoase-sulfuroase
11	Neceroase-asfaltoase-nesulfuroase
12	Neceroase-asfaltoase-sulfuroase

Nu toate grupele sînt reprezentate în fiecare clasă; astfel, în clasa țițeiurilor parafinice se cunoaște numai grupa de țițeiuri ceroase-puțin răşinoase-nesulfuroase.

STABILIREA INDICILOR PENTRU CLASIFICARE

Indicii structurali ai unui țiței rezultă din relațiile (1), (2) şi (3). Pentru aplicarea lor trebuie cunoscute valorile :

$$\%\, C_P^I,\ \%\, C_N^I,\ \%\, C_A^I \text{ şi } Rf,$$

care intervin în aceste relații, valori corespunzătoare unui număr de fracțiuni conținînd împreună toate hidrocarburile țițeiului. În acest scop, țițeiul se fracționează prin distilare în următoarele opt fracțiuni : inițial —200°C, 200—250°C, 250—300°C, 300—350°C, 350—400°C, 400—450°C, 450—500°C şi uleiul rezidual. Compuşii de natură asfaltică se îndepărtează total prin tratarea reziduului rămas după separarea primelor trei fracțiuni cu un adsorbant (pămînt decolorant). Se stabilesc valorile pentru randamentul fiecărei fracțiuni față de fondul de hidrocarbură al țițeiului şi mărimile structurale menționate mai sus.

Compoziția primei fracțiuni se obține prin metodele curente de analiză; rezultatele, exprimate în procente clase de hidrocarburi, sînt recalculate în mărimi structurale prin relațiile :

$$\%\, C_P^I = \%P + 0{,}29\,(\%\, N + \%\, A); \quad (4)$$

$$\%\, C_N^I = 0{,}71 \cdot \%\, N; \quad (5)$$

$$\%\, C_A^I = 0{,}71 \cdot \%\, A; \quad (6)$$

în care $\%\, P$, $\%N$ şi $\%A$ sînt conținuturile procentuale de parafine, naftene şi aromate pentru prima fracțiune. Factorii numerici 0,29 şi 0,71 au fost stabiliți experimental [3].

Valorile mărimilor structurale pentru toate celelalte fracțiuni se determină direct prin metoda *n-d-M*. Folosind aceste date pentru toate fracțiunile se obțin indicii structurali.

Indicii de calitate — conținut de ceară (c), răşini + asfaltene (r), sulf (s) şi distilat pînă la 200°C — se obțin prin metodele curente.

FORMULE DE CLASIFICARE

Rezultatele analizei de clasificare se exprimă prin formula de clasificare care conține : clasa, indicii structurali, grupa şi indicii de calitate.

Exemplu :

Țiței parafin-naften-aromatic (64. 25. 11);
Ceros-puțin răşinos-nesulfuros (3. 9. 0. 23. 27).

*

CONCLUZII

Prin baza ei cantitativă, prin aplicarea celor două criterii de caracterizare — cel structural şi cel de calitate — prin delimitarea precisă a claselor şi grupelor, metoda propusă încearcă să informeze mai precis şi mai complet asupra naturii țițeiurilor decît o fac metodele cunoscute.

BIBLIOGRAFIE

[1] Sachanen, A. N. *The Chemical Constituents of Petroleum.* Reinhold Publishing Corporation, New York, **419**, 1945.

[2] van Nes K. şi van Westen, H. A. *Aspects of the Constitution of Mineral Oils.* Elsevier Publishing Company, Inc., Amsterdam, 9, 1951.

[3] Creangă, C. *Contribuții la clasificarea țițeiurilor, clasificarea „Carpatica".* Acad. R.P.R. Studii şi cercetări de chimie, IX, 1, 93, 1961.

Termenul de recuperare a fondurilor de investiții în industria extractivă de țiței din R. P. R.*

Ing. T. HĂNCIULESCU

În industria extractivă de țiței, problema termenului de recuperare a fondurilor de investiții se pune într-un mod mai deosebit decît în industria prelucrătoare.

Fondurile de investiții din industria extractivă de țiței sînt folosite pentru descoperirea zăcămintelor, pentru săparea sondelor de exploatare, precum și pentru investiții de producție și generale.

Cheltuielile pentru *descoperirea zăcămintelor* se referă la lucrările geologice, în care sînt cuprinse prospecțiunile geologice și geofizice, forajul de referință, structural și de explorare, precum și la lucrările de amenajare a șantierelor de explorare și prospecțiuni.

Cheltuielile pentru *săparea sondelor de exploatare* cuprind atît cheltuielile pentru sondele productive cît și cele pentru injecția fluidelor în vederea menținerii presiunii de zăcămînt sau pentru recuperarea secundară.

În afară de aceste investiții trebuie să fie luate în considerare și fondurile pentru *instalațiile de producție* (de la sonde și de la parcurile de separatoare), precum și *investițiile generale* (stații de pompare a țițeiului, instalații de degazolinare, conducte, linii de energie electrică, drumuri și clădiri industriale și sociale).

Fiecare din aceste categorii de investiții prezintă particularități atît în ceea ce privește structura fondurilor de investiții (utilaj, construcții și montaje), cît și în ceea ce privește termenul de recuperare a fondurilor investite.

În perioada 1951—1961, volumul investițiilor alocate industriei petrolului s-a ridicat la suma de 22 606 mil. lei**.

Din acestea, pentru extracția de țiței s-au cheltuit fonduri în valoare de 19 600 mil. lei, adică 84%.

Repartizarea acestor fonduri pe categorii de lucrări a fost:

lucrări geologice	36%
foraj de exploatare și injecție	18%
utilaj	23%
instalații de extracție și generale	23%

Volumul lucrărilor geologice a permis descoperirea unui număr important de zăcăminte petroliere, ceea ce a făcut posibilă creșterea rezervelor de țiței și, în legătură cu aceasta, creșterea producției de țiței și gaze asociate.

* Vezi *Petrol și Gaze*, nr. 7, 1962.

** Breviar statistic 1962, p. 151.

Astfel, în ultimii zece ani producția de țiței a crescut de 1,87 ori (în 1951 a fost de 6 211 mii t, iar în 1961 de 11 582 mii t*).

În acest interval, rezervele industriale de categoria A + B au crescut la țiței de 2,72 ori, iar la gaze de 2,16 ori.

Volumul lucrărilor geologice necesare pentru descoperirea unui zăcămînt de petrol este diferit de la o țară la alta, și chiar în interiorul aceleiași țări, în diverse zone geologice, fiind legat de stadiul în care se găsește studiul geologic al țării sau al zonei geologice respective. Costul unei tone de rezervă descoperită este strîns legat de volumul rezervei industriale conținute în zăcămintele de țiței descoperite. Din acest motiv, acest cost diferă nu numai de la o zonă geologică la alta, dar și de la o structură la alta. Trebuie să se țină seamă că nu toate structurile pe care se execută lucrări geologice conțin țiței, o parte dintre acestea se dovedesc neproductive sau au o producție nerentabilă.

Cheltuielile pentru lucrările geologice din structurile ce se dovedesc neproductive, prin forajul de explorare, trebuie să fie repartizate structurilor productive pentru a fi recuperate prin producția acestor structuri.

Rezultă că volumul cheltuielilor totale pentru descoperirea unui zăcămînt productiv va fi format din două părți: o parte care se referă la structura respectivă și care reprezintă numai valoarea forajului de explorare-conturare a zăcămîntului și o altă parte care reprezintă lucrările geologice generale (de prospecțiuni geologice, foraj structural, foraj de referință și foraj de explorare-deschidere), din care se repartizează zăcămîntului productiv o sumă proporțională cu rezerva industrială a zăcămîntului respectiv.

Aceste cheltuieli împărțite la volumul rezervei industriale a zăcămîntului dă costul unei tone de rezervă și se vor recupera treptat, pe măsura extragerii producției din zăcămînt

Termenul de recuperare a fondurilor de investiții pentru lucrările geologice, calculat numai din cota pentru descoperirea rezervelor, va fi chiar timpul în care se extrage producția de țiței și gaze asociate din aceste structuri. Acest termen este în general foarte lung, putînd depăși uneori 20 de ani.

Deoarece însă producția extrasă zilnic dintr-un zăcămînt nu este constantă, ci scade treptat, ca urmare a declinului, primii 4—5 ani fiind cei în care se extrage peste 60% din producția totală recuperabilă, rezultă că fondurile investite pot fi recuperate în cea mai mare parte chiar în primii ani de exploatare, printr-o cotă aplicată la tona de țiței.

De aceea, sumele cheltuite pentru descoperirea zăcămintelor petroliere nu trebuie să fie amortizate în valori egale anuale, *ci proporțional cu producția extrasă.*

Este necesar să se țină o evidență centralizată pe ramură sau pe zone geologice a cheltuielilor pentru lucrările geologice, din care se vor scădea cheltuielile pentru sondele de explorare productive, precum și cotele atribuite zăcămintelor productive.

După cum am văzut *, recuperarea fondurilor de investiții trebuie să se facă atît din amortizările respective, cît și din beneficiul realizat pe tona de țiței și gaze.

La începutul exploatării unui zăcămînt, în perioada eruptivă, prețul de cost este foarte scăzut, și din acest motiv beneficiul este foarte mare. În cadrul acestei perioade trebuie să se găsească și termenul de recuperare a fondurilor pentru lucrările geologice.

În primii ani din faza eprutivă, mai ales cînd exploatarea se face prin menținere de presiune, producția zăcămîntului este ridicată, iar declinul este redus. Într-adevăr, la majoritatea zăcămintelor din R.P.R., recuperarea fondurilor investite pentru lucrările geologice se face de obicei în primii 3—4 ani de la punerea în exploatare, dacă se socotește atît costul pe tona de rezervă cît și beneficiul realizat.

După cum s-a arătat *, timpul de recuperare se va găsi la intersecția celor două curbe: valoarea cumulativă a producției și a cheltuielilor (fig. 1).

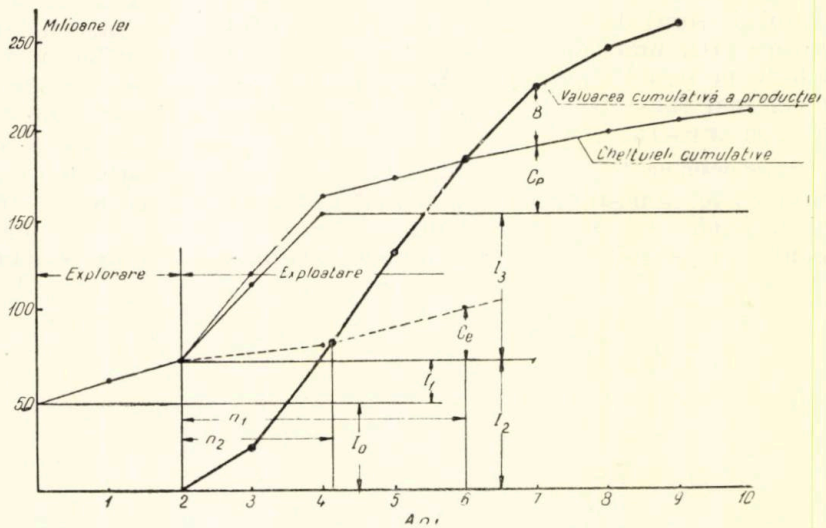


Fig. 1. Termenul de recuperare a investițiilor unui zăcămînt petrolier:
I_0 – cota lucrării geologice fără rezultat; I_1 – foraj, explorare-conturare; I_2 – fonduri pentru lucrări geologice; I_3 – investiții pentru exploatare; C_e – cheltuieli cumulative de exploatare (exclus amortizare); B – beneficiu cumulativ; n_1 – termen de recuperare a investițiilor totale; n_2 – termen de recuperare a lucrărilor geologice.

* Breviar statistic 1962 p. 87.

* Vezi *Petrol și Gaze* nr. 7, 1962.

Pentru a arăta modul în care se trasează aceste curbe s-a luat un exemplu bazat pe următoarele date (datele sînt luate spre exemplificare):

Detaliile de costuri nu au fost date, ele nefiind esențiale pentru înțelegerea problemei.

Exemplul este calculat pentru un zăcămînt cu o rezervă industrială de 5 mil. t, în care cheltuielile pentru lucrări geologice reprezintă 73 800 mii lei, iar cele pentru investițiile de exploatare 79 000 mii lei.

Producția zăcămîntului a fost considerată în primul an de exploatare 192 mii t, în al doilea an 360 mii t, iar în al treilea an 420 mii t, la care s-au adăugat și gazele asociate.

Termenul de recuperare, de la începerea exploatării, va fi de 2—2,5 ani pentru lucrările geologice și de 4 ani pentru totalul investițiilor de pe structură.

Dacă se calculează acest termen de la începerea forajului de explorare-conturare, el se prelungește cu încă doi ani, în cazul studiat.

Este de remarcat că termenul de recuperare se micșorează în cazul în care se scurtează timpul de foraj de explorare și exploatare prin concentrarea unui număr maxim de instalații de foraj pe structura respectivă, pentru săparea în cel mai scurt timp a sondelor programate pe acea structură.

De asemenea, termenul de recuperare va scădea dacă se va mări producția extrasă în primii ani de exploatare. Această soluție nu este rațională, ea putînd duce la degradarea zăcămîntului și la scăderea factorului de recuperare final.

Termenul de recuperare a fondurilor investite trebuie să fie calculat pe întregul zăcămînt, la întocmirea proiectelor de exploatare rațională, pe baza graficelor menționate mai sus.

De multe ori se pune problema săpării unor sonde în exploatare pe locațiile rămase libere și la care se cunosc debitul inițial, declinul probabil și producția totală pînă la limita economică de exploatare.

	Cheltuieli			Venituri	
	investiții	chelt. exploat.	cumulativ	valoarea anual	producție cumulativ
Cota de foraj neproductiv	50 000		50 000		
I an explorare	13 000		63 000		
II an explorare	10 800		73 800		
III an exploatare	42 700	4 120	120 620	25 781	25 781
IV an exploatare	36 300	7 960	164 880	48 960	75 741
V an exploatare	—	9 756	174 636	57 624	133 365
VI an exploatare	—	10 092	184 728	50 648	183 013

În acest caz este recomandabil să se traseze cele două curbe (de costuri și de valoare a producției) în același mod ca pentru un zăcămînt, luînd ca bază cheltuielile de foraj și cheltuielile de exploatare necesare în plus pentru sondele ce se vor fora și ținînd seamă că aceste cheltuieli, ca și valoarea producției, vor scădea cu timpul.

Considerăm că în cazul zăcămintelor de petrol sau în cazul sondelor de exploatare nu este recomandabilă aplicarea unei formule generale, pentru calculul termenului de recuperare, ci este necesar să se construiască cele două curbe (de cheltuieli și de venituri), a căror intersecție dă acest termen.

În concluzie, termenul de recuperare a fondurilor de investiții trebuie calculat nu numai pe baza beneficiilor realizate, ci ținînd seamă și de amortizările vărsate la buget.

În cazul instalațiilor cu producție și cheltuieli variabile, cum este cazul în extracția țițeiului, termenul de recuperare se va stabili grafic, pe baza curbelor de cheltuieli de producție și de valoare a producției de țiței și gaze.

---

* Vezi revista *Petrol și gaze* nr. 7 din 1962.

INFORMAŢII ECONOMICE

Rezultatele îndeplinirii planului de stat de dezvoltare a economiei naţionale în U.R.S.S. în sectorul industriei petrolului şi gazelor pe anul 1962

În cursul anului 1962, sarcinile planului septenal au fost îndeplinite în U.R.S.S. cu o apreciabilă depăşire. Producţia globală a industriei pe cei patru ani ai septenalului a sporit cu 45% faţă de 39% prevăzut în planul septenal pe această perioadă. Astfel, valoarea producţiei a fost cu 28 miliarde ruble mai mare decît s-a prevăzut pentru aceşti patru ani. De asemenea, planul anual al producţiei industriale în ansamblu şi pe cele mai importante feluri de producţie a fost depăşit de toate republicile unionale şi consiliile economice ale tuturor raioanelor.

În ceea ce priveşte combustibilul şi producţia de energie a anului 1962, s-a soldat cu o producţie globală cu 9% mai mare faţă de anul 1961.

Cantitatea de ţiţei extrasă a totalizat 186 000 000 t, ceea ce reprezintă 112% faţă de anul 1961.

Producţia de gaze naturale a însumat 72 200 000 000 m³, adică 124% faţă de producţia anului 1961.

Pentru înzestrarea industriei de petrol şi gaze, a sectorului extracţie cît şi a celui de prelucrare, aparatajul petrolier produs de uzinele sovietice a însumat 120 000 t, ceea ce reprezintă 114% faţă de anul 1961.

În producţia de combustibili, ponderea specifică a ţiţeiului şi gazelor a sporit de la 42% în anul 1961 la 46% în 1962.

În cursul anului 1962 cantitatea de ţiţei şi produse petroliere transportate prin conducte a însumat 165,1 mil. t, înregistrîndu-se o realizare în proporţie de 104% faţă de cifrele prevăzute în planul anual. În ceea ce priveşte planul de transport prin conducte pe anul 1962, faţă de 1961, acest indice reprezintă 115%.

Investiţiile alocate industriei petrolului şi gazelor în anul 1962 au fost de 105% faţă de cele din anul 1961.

În întrecerea paşnică pe tărîm economic cu Statele Unite ale Americii, în anul 1962 Uniunea Sovietică a realizat noi şi remarcabile succese.

Astfel, în U.R.S.S. la producţia de ţiţei a fost înregistrată o creştere de 10% pe cap de locuitor, în timp ce în S.U.A. acest indice a scăzut cu 0,5%.

Comunicatul Direcţiei Centrale de Statistică de pe lîngă Consiliul de Miniştri al U.R.S.S. din 26.I.1963.

Cronică

Curs de perfecţionare a inginerilor din industria petrolului, sectorul prelucrarea ţiţeiului, vol. I.: **Proprietăţile ţiţeiului, manipularea lui, procese de distilare şi de absorbţie**

Ministerul Industriei Petrolului şi Chimiei a organizat o serie de cursuri de perfecţionare a inginerilor din industria petrolului, pentru sectorul foraj-extracţie şi pentru sectorul prelucrare.

Lecţiile vor fi puse la dispoziţia inginerilor cursanţi pentru a fi studiate.

Primul volum al acestor cursuri, pentru sectorul prelucrarea ţiţeiului, tipărit la tipografia învăţămîntului, Bucureşti, a apărut în 1962, cu următorul cuprins:

Cuvînt înainte, de ing. Mihail Florescu, Ministrul Industriei Petrolului şi Chimiei.

Proprietăţile ţiţeiurilor româneşti, de dr. ing. G. A. Rădulescu.

Transportul lichidelor şi gazelor, de ing. N. Vasilache.

Depozitarea produselor petroliere, de ing. V. Filip.

Desalinarea ţiţeiului, de ing. T. Messinger.

Instalaţii de distilare atmosferică a ţiţeiului, de ing. Florin Popescu.

Distilarea în vid, de ing. D. Grigoriu.

Aspecte noi în teoria şi practica fracţionării ţiţeiului, de prof. dr. ing. V. Robu.

Gaze lichefiate, procese tehnologice, caracteristici şi utilizări, de dr. ing. V. Costeanu.

După cum se arată în introducere, lecţiile din cadrul acestor cursuri urmăresc să informeze pe ingineri asupra celor mai noi cuceriri ale ştiinţei şi tehnicii şi să-i orienteze în aplicarea lor în producţie.

Inginerii din industria de prelucrare a ţiţeiului care iau parte la aceste cursuri s-au prezentat la o serie de seminarii, care s-au ţinut la Ploieşti şi la Oneşti. unde s-au discutat lecţiile din volumul.

Pentru sectorul de prelucrare a ţiţeiului s-au prevăzut cinci volume, care vor apărea treptat, pe măsură ce se vor elabora lecţiile respective.

Documentare

Un nou reactiv pentru combaterea depunerii de săruri în conductele de ţiţei ale sondelor. Az. Neft. Hoz. nr. 10, 1962, p. 35—38.

Pentru combarerea depunerii sărurilor de calciu din apele instabile de strat ale sondelor inundate se foloseşte hexametafosfatul de sodiu — $NaPO_3$ (HMFN).

S-a încercat un nou fosfat deshidratat — tripolifosfatul de sodiu — $Na_5P_3O_{10}$ (TPFN), care, ca şi HMFN, frînează depunerea sărurilor de calciu din apele de strat.

Tripolifosfatul de sodiu se prepară prin încălzirea înceată timp de 30 min la 650°C a amestecului de fosfat de sodiu mono- şi bisubstituit, luate în greutate conform reacţiei:

$$NaH_2PO_4 + 2Na_2HPO_4 = Na_5P_3O_{10} + 2H_2O.$$

Pentru o moleculă-gram de fosfat de sodiu monosubstituit se iau două molecule-gram de fosfat de sodiu bisubstituit.

Avantajul acestui polifosfat constă în valoarea ridicată a *p*H-ului soluţiilor sale concentrate, ceea ce asigură practic o protecţie absolută contra coroziunii oţelului în cazul soluţiilor chiar cu concentraţie de 1%. Această împrejurare înlătură, în cazul utilizării altor reactivi, neajunsurile legate de corodarea pieselor de oţel ale pompei de dozare şi permite administrarea mai exactă a acestui nou reactiv introdus

în sondă. În afară de aceasta, TPFN în condiţii de depozitare deschisă în aer umed se descompune mai puţin decît HMFN. Încercările industriale ale TPFN la combaterea depunerilor de săruri în utilajul de schelă se vor face de către direcţia de schelă „Ordjonikidzeneft".

Rampă pentru umplerea şi golirea cisternelor de cale ferată de produse de petrol. Neftianoie Hozeaistvo, nr. 1, 1963, p. 68—69.

În anul 1960, în R.P. Chineză s-a proiectat o rampă de cale ferată pentru umplerea şi golirea cisternelor de produse de petrol, care se deosebeşte de rampele obişnuite prin lipsa podeţelor rabatabile de trecere de pe rampă pe cisterne.

Pentru deservirea cisternelor de cale ferată se foloseşte, în locul podeţelor rabatabile, o platformă continuă, cu o lăţime care permite apropierea maxim posibilă de corpul cisternei, ceea ce constituie o depăşire a gabaritului materialului rulant de cale ferată (fig. 1).

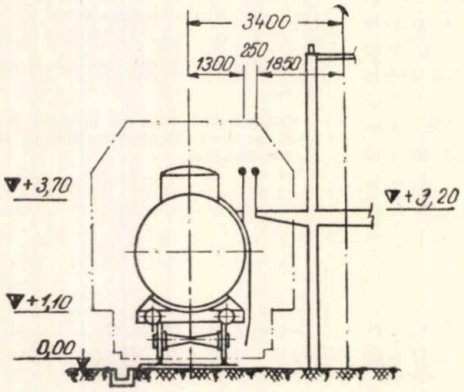


Fig. 1.

O asemenea dispoziţie reciprocă a rampei şi cisternelor de cale ferată este convenită cu organele respective de conducere a căilor ferate.

La proiectarea acestei rampe s-au avut în vedere următoarele consideraţii: gabaritele cisternelor de cale ferată sînt mai reduse decît ale vagoanelor de marfă; rampele se construiesc în lungul liniilor de garaj orizontale şi rectilinii, ceea ce exclude înclinarea cisternelor; viteza redusă de garare (sub 10 km/h) a cisternelor, ceea ce exclude balansarea lor; se uşurează mult deservirea cisternelor de cale ferată şi se reduce durata operaţiilor de umplere-golire şi auxiliare.

Cămăşi uşoare pentru pompe de noroi. Neftianoie Hozeaistvo nr. 1, 1963, p. 66—68.

O dată cu reducerea diametrului interior al cămăşii se măreşte grosimea de perete şi, deci, se măreşte şi greutatea ei. Această piesă este cea mai voluminoasă dintre piesele de serie (fig. 1) cu uzura rapidă

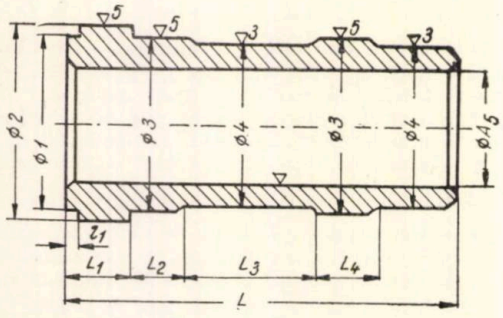


Fig. 1- Cămaşă de serie pentru pompe de noroi

a pompei de noroi, trebuind să i se menţină constante dimensiunile ei exterioare de aşezare în corpul pompei.

Greutatea mare a cămăşilor, care ajunge pînă la 160 kg în cazul pompelor de noroi U.8—3 şi U.8—4, cere un volum mare de muncă atît pentru prelucrare cît şi pentru înlocuire la sondă. De aceea, reducerea greutăţii cămăşii este o problemă foarte actuală.

În cele ce urmează se prezintă cîteva variante de construcţii de cămăşi uşoare elaborate de uzina „Krasnîi molot".

Varianta I. Cămaşa din figura 2 are pentru orice diametru interior o grosime optimă constantă de 15 mm a pereţilor în intervalele L_3 şi L_5 din lungimea cămăşii.

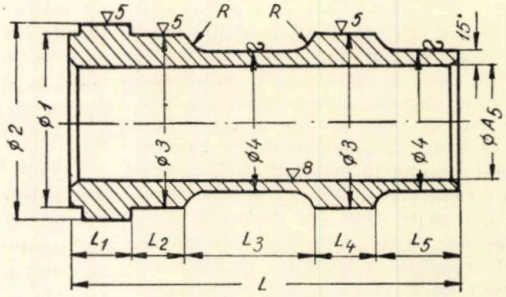


Fig. 2. Schemă pentru cămaşă la pompă de noroi.

Prelucrarea mecanică a cămăşii este mult mai simplă decît a celei de serie, deoarece la ea se prelucrează numai suprafeţele de aşezare L_1, L_2 şi L_4. În funcţie de diametrul interior, acest tip de cămaşă are o greutate între 65 şi 100 kg. Ea se obţine prin turnare în cochilă demontabilă, procedeu scump datorită duratei reduse de serviciu a cochiliei.

Varianta II. Cămaşa combinată din figura 3 este elaborată de Groz NII.

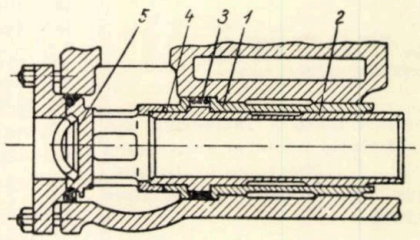


Fig. 3. Cămaşă combinată tip Groz NII pentru pompe de noroi.

Cămaşa se compune din bucşa permanentă *1* şi bucşa de schimb *2*. Etanşarea între bucşe şi corpul pompei se realizează cu inelele de cauciuc rotunde *3*. Cu ajutorul coroanei *5* se asigură o presare concomitentă a celor două bucşe, prin

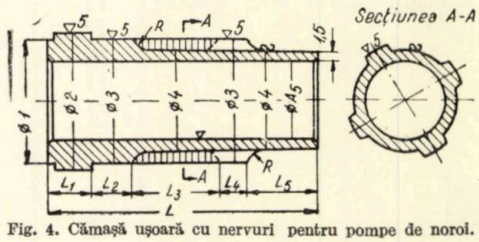


Fig. 4. Cămaşă uşoară cu nervuri pentru pompe de noroi.

intermediul inelului *4*, pînă la blocarea lor în locaşurile pompei. În acest caz de uzură, se înlocuieşte numai bucşa *2*. Neajunsurile acestei construcţii constau în: a) obligaţia de a avea prefabricate speciale de tuburi pentru bucşele subţiri; b) mărirea numărului de piese ale subansamblului de fixare a cămăşii.

Varianta III. Cămaşa uşoară cu nervuri din figura 4 are pentru a doua centură de ghidare nervurile, care îndeplinesc această funcţie pe distanţa L_3 din lungimea cămăşii.

Realizarea grosimii optime constante a pereţilor cămăşii se obţine pe seama modificării înălţimii nervurilor. Acest tip de cămaşă se toarnă în cochilă fixă. Greutatea acestei

cămăşi faţă de cea de serie se reduce cu 20—65 kg. Neajunsul principal al acestui tip de cămaşă constă în prelucrarea mecanică laborioasă.

Varianta IV. Cămaşa cu inel sudat (fig. 5) se compune din bucşa turnată *1* şi inelul sudat *2*. Bucşa turnată *1* trebuie să aibă pentru toate dimensiunile-tip o grosime optimă constantă de perete pe distanţa L_5 din lungimea bucşei

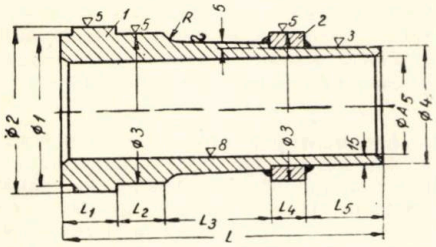


Fig. 5. Cămaşă cu inel sudat pentru pompe de noroi.

Inelul *2* are diametrul exterior constant după locaşul de ghidare al corpului pompei, iar grosimea variază în raport cu diametrul interior al cămăşii.

Mijlocul de fabricaţie cel mai des folosit este turnarea în cochilă fixă. După turnare şi recoacere, bucşa se degroşează, se trage şi se sudează inelul, şi după o nouă recoacere se prelucrează la dimensiunile finale. Cămaşa astfel rezultată este mai uşoară cu 35—40% decît cea de serie.

Pentru pompele U.8—3 şi U.8—4 sînt indicate cămăşile combinate şi cele turnate cu inel sudat.

Toate cămăşile examinate mai sus sînt mai uşoare în medie cu 35—40% în greutate în comparaţie cu cele de serie, şi necesită un volum de muncă mai redus pentru prelucrare şi pentru montare.

Sondă de ţiţei milionară. Neftianoe Hozeaistvo nr. 2, 1963.

În prezent în Başkiria majoritatea zăcămintelor de ţiţei se exploatează cu menţinerea presiunii de zăcămînt prin injecţie de apă în straturi productive. Fac excepţie acele zăcăminte la care injecţia de apă nu este economică din cauza investiţiilor mari pentru un plus de producţie neînsemnat sau zăcămintele la care metodele cunoscute de injecţia apei nu dau efectul necesar.

Justeţea exploatării zăcămintelor prin aplicarea injecţiei de apă este neîndoielnică. Prin aceasta se obţine în primul rînd, o creştere a producţiei de ţiţei din stratul în care se produce injecţia de apă, iar în al doilea rînd se îmbunătăţesc sensibil condiţiile exploatării fiecărei sonde. Menţinerea presiunii de strat la un nivel înalt permite exploatarea de lungă durată şi cu debite mari a sondelor în erupţie, care este sistemul de exploatare cel mai raţional. Un factor important este, de asemenea, folosirea mai judicioasă a instalaţiilor din şantiere, ca urmare a faptului că dintr-o singură sondă se extrag zeci şi sute de mii de tone de ţiţei.

Eficacitatea extracţiei ţiţeiului prin injecţia de apă în strat este ilustrată de „viaţa" sondei 158 din zăcămîntul Tuimazî", care este prima sondă din Başkiria care a dat 1 mil. t ţiţei.

Pînă în anul 1944 sonda 158 în decurs de trei ani a fost exploatată în pompă şi producea din calcare. În această perioadă a produs 3 397 t ţiţei. După descoperirea zăcămintelor devoniene sonda a fost adîncită de la 1 226 m pînă la 1 785 m. În octombrie 1945 sonda a început să producă din stratul DI cu un debit de 217 t/24 h. Presiunea de strat iniţială, măsurată în prima lună de exploatare, a fost de 166,8 t.

Pînă în anul 1956 în sonda 158 s-a observat o scădere treptată a presiunii de strat pînă la 107,7 at. Ritmul de scădere a presiunii în această sondă a fost mai lent decît în alte sonde săpate tot în partea ridicată a structurii ceea ce se poate explica printr-o comunicare a stratului DI cu DII (în apropierea sondei 158 şi în regiunea altor sonde de exploatare s-au determinat două „zone" de comunicaţii ale straturilor DI şi DII).

În august 1955 un număr de 19 sonde din partea indicată a structurii (printre care şi sonda 158) au fost trecute în conservare din cauza scăderii apreciabile a presiunii de strat. După un an, în urma unor măsuri ce s-au luat, presiunea în cupola zăcămîntului s-a restabilit şi sonda 158 a fost repusă în producţie, producînd cu un debit de 193 t/24 h ţiţei curat. Presiunea stratului era de 113,2 at, iar la talpa sondei de 109,9 at.

Se presupune că această sondă va mai debita încă 1,5—2 ani ţiţei curat. Pînă la sfîrşitul exploatării din această sondă se vor mai extrage încă multe zeci de mii de tone de ţiţei şi sute de mii de m³ de gaze.

Turbina combinată cu solidarizare excentrică. Neftianoe Hozeaistvo, nr. 3, 1963, p. 64—65.

Turbina (pereche de rotor-stator) de serie a turboburului se toarnă din oţel, geanta şi grătarul profilat (palele) formînd o piesă dintr-o bucată.

Turbina din masă plastică se execută prin combinarea a două piese — grătarul profilat din masă plastică şi geanta din oţel—, solidarizarea între ele realizîndu-se prin patru pene aflate pe grătarul profilat, rezultate din presarea masei plastice, conjugate cu patru ferestre corespunzătoare tăiate în peretele genţii.

Acest sistem de solidarizare are dezavantajul că nu asigură etanşeitatea necesară între genţile statoarelor şi corpul turboburului, precum şi între arbore şi genţile rotoarelor, ceea ce duce la pătrunderea noroiului între jocurile inelare respective şi ca urmare la dificultăţi de demontare.

În figura 1 se prezintă o construcţie nouă de solidaizare a genţii cu grătarul profilat, bazată pe aşezarea excentrică a pieselor conjugate.

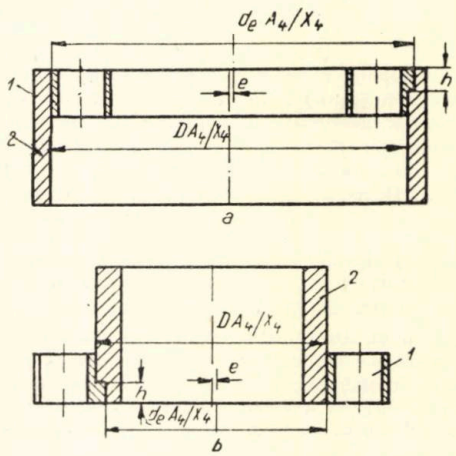


Fig. 1. Turbina combinată cu solidarizarea excentrică:
a — stator cu fixare excentrică; *1* — grătarul profilat al statorului; *2* — geanta inelară a statorului; *b* — rotor cu fixare excentrică; *1* — grătarul profilat al rotorului; *2* — geanta inelară a rotorului.

Prezenţa a două centuri cilindrice, cu axe de rotaţie diferite, împiedică tendinţa de rotire între ele a pieselor conjugate provocată de acţiunea momentelor de rotaţie ce se nasc în turbină. La trecerea lichidului activ prin grătarul profilat al turbinei, acesta se roteşte uşor cu un unghi oarecare şi se împănează în geantă, realizînd astfel o solidarizare monolită a treptei de turbină.

Datorită acestui sistem excentric de solidarizare a pieselor componente ale turbinei, a devenit posibilă turnarea separată a grătarului profilat metalic prin turnarea oţelului în cochile fuzibile sau turnarea din metale uşor fuzibile, precum şi prin matriţarea din mase plastice şi separat a genţii prin prelucrarea la strung a prefabricatului tubular din oţel laminat.

Realizarea separată a grătarului profilat permite obţinerea unor pale cu suprafeţe mai exacte şi mai curate, ceea ce contribuie la ridicarea randamentului turboburului. Experienţele efectuate au dovedit o creştere a randamentului cu cca. 10%. Noua construcţie va permite realizarea palelor torsionate, ceea ce va contribui la o ridicare şi mai mare a parametrilor energetici ai turbinei.

Spre deosebire de construcţia veche a turbinelor combinate, cu noua construcţie pătrunderea noroiului prin jocurile inelare nu mai este posibilă.

Folosirea treptelor de turbine combinate permite păstrarea genţii şi înlocuirea numai a grătarului profilat.

A. A. GUREEV, Z. A. SABLINA, N. M. SILISCENSKAIA, E. P. SOBOLEV, S. M. LIVSCHITZ, A. P. SUBBOTIN : **Noul oxidant pentru stabilizarea chimică a combustibililor care conţin hidrocarburi nesaturate.** Himiia i tehnologhiia topliv i masel, nr. 12, 1962, p. 55—59.

Autorii au iniţiat o serie de cercetări pentru descoperirea unor antioxidanţi eficienţi, a căror producţie este asigurată cu materia primă necesară, iar procedeul de fabricaţie nu comportă investiţii de capital mari. S-a constatat că dintre produsele examinate efectul antioxidant cel mai bun s-a obţinut cu produsul de la prelucrarea răşinilor de lemn, denumit pirolizat.

Eficacitatea pirolizatului s-a estimat după inhibiţia formării gudroanelor în benzină, în petrol lampant obţinut prin cracare şi în combustibili Diesel la oxidare, verificarea efectuîndu-se prin depozitare experimentală în condiţii de laborator.

Rezultatele cercetărilor efectuate permit să se conchidă că produsul (pirolizatul) se caracterizează prin proprietăţi stabilizante superioare, fiind un antioxidant mai eficient decît antioxidantul marca B, care se foloseşte în prezent.

Preţul de cost al pirolizatului în cazul producţiei lui din uleiurile rezultate de la distilarea fracţionată a răşinii este mult inferior faţă de preţul de cost al antioxidantului B

A. KORN-GIRARD şi P. TEYSSIE : **Prepararea şi proprietăţile polimerilor acetilenei şi ai derivaţilor ei.** Revue de l'Institut Français du Pétrole, vol. **XVII**, nr. 10, 1962, p. 1 214.

Articolul rezumă diferitele metode de polimerizare a derivaţilor acetilenici (metode descrise în publicaţii al căror număr creşte cu mare rapiditate) în momentul în care acetilena devine un produs important în petrochimie. În articol se descriu de asemenea proprietăţile fizice importante ale polimerilor obţinuţi, cum sînt semiconductivitatea şi termostabilitatea anumitor derivaţi.

Se arată cum studiul polimerilor acetilenei şi derivaţilor săi constituie un subiect în plină dezvoltare; cu tot numărul mare al publicaţiilor în acest domeniu, se poate prevedea că în anii ce urmează interesul pentru studiul polimerilor acetilenei va creşte şi mai mult, şi aceasta pentru două motive :

În primul rînd mai rămîne un număr foarte mare de compuşi conţinînd triple legături, atît naturali cît şi sintetici, a căror polimerizare nu a fost avută în vedere niciodată; polimerii astfel obţinuţi vor avea, fără îndoială, proprietăţi fizice foarte importante, precum şi o mare activitate chimică, permiţînd efectuarea unei serii de reacţii de transformare şi de grefare.

Pe de altă parte, o problemă importantă nu este încă rezolvată : aceea a preparării polimerilor cu greutate moleculară mare (peste 3 000), al căror lanţ rămîne esenţial liniar. Aceasta presupune un studiu foarte adîncit al condiţiilor de polimerizare : natura catalizatorului, factorii cinetici etc.

B. SALE : **Carboreactori de mare energie volumară de origine petrolieră.** Revue de l'Institut Français du Pétrole, vol. **XVIII**, nr. 10, 1962, p. 1 260.

Examinarea relaţiilor proprietăţi-structură ale hidrocarburilor, expusă în conferinţa „Carboreactori de mare energie volumară de origine petrolieră" ţinută de autor în martie 1962, scoate în evidenţă interesul naftenelor policiclice folosite drept carboreactori de mare energie volumară.

Autorul trece în revistă sursele de materii prime şi procedeele de fabricaţie pentru realizarea industrială a acestor carboreactori.

Articolul demonstrează că este posibilă realizarea unor carboreactori de origine petrolieră, constituiţi în cea mai mare parte din naftene policiclice posedînd o energie mai mare pe unitatea de volum (aproximativ 10—12%) decît carburanţii utilizaţi în prezent, păstrînd o căldură de reacţie de masă de acelaşi ordin şi satisfăcînd principalele exigenţe la utilizare. Aromaticele polinucleare care constituie materia primă sînt disponibile în mai multe procese ale schemelor de rafinării existente, iar procedeele de fabricaţie intră în cadrul tehnologiei petroliere utilizate curent sau în curs de dezvoltare. Preţul acestor carburanţi s-ar putea situa în gama preţurilor produselor petroliere curente.

C. BREGGI : **Carburanţi pentru aviaţie.** La Rivista dei Combustibili, volumul **XVI**, fasc. 10, 1962, p. 411.

Articolul subliniază semnificaţia şi importanţa ce trebuie acordate celor patru caracteristici : greutatea specifică, indicele de refracţie, punctul de anilină şi curba de distilare, în vederea unui control analitic mai uşor şi mai rapid al carburanţilor pentru aviaţie.

Determinarea mai rapidă şi coordonarea unei serii de valori ale celor două caracteristici — greutatea specifică şi indicele de refracţie — au permis obţinerea de valori medii statistice şi de grafice cu ajutorul cărora se poate aprecia cu uşurinţă şi rapiditate în ce măsură se apropie eşantionul, prin calităţile sale, de media caracteristică a diferitelor tipuri de carburant pentru aviaţie.

V. HAUK, H. KOEHLER : **Încercări asupra îmbinărilor de prăjini. Racord 3 1/2" U(IF) solicitări statice de torsiune şi tensiune.** Erdoel Zeitschrift, 1962, p. 572.

Se dă sarcina finală pentru prăjina de 3 1/2 × 13,30 lb/ft grad E cu ajutorul ipotezei energiei de deformaţie, ţinîndu-se seama de grosimea minimă de perete şi de o presiune interioară variind de la 0 la 200 atm, de momentul de torsiune şi de greutatea efectivă a prăjinilor.

Se construieşte un triunghi al filetelor pe baza alungirii capului şi scurtării mufei din cauza efortului de strîngere a îmbinării.

Cu ajutorul acestui triunghi se discută suprapunerea momentului de strîngere cu forţa de tracţiune şi posibilitatea ca cepul să joace în mufă. Încercările s-au executat cu un aparat de încercări care permitea aplicarea de momente de torsiune de 4 000 m. kg simultan cu o tracţiune de 200 t.

Eforturile în apropierea umărului şi în interiorul cepului au fost calculate pe baza măsurătorilor de deformaţie obţinute cu extensometre cu rozetă.

S-a determinat în acest mod că :

— Efortul maxim în cep este în dreptul celui de-al treilea filet purator.

— Momentul minim pentru ca cepul să nu joace în mufă este :

$$M_{d\,min} = 5{,}0\ P_s$$

unde P_s este efortul axial în tone, iar M_d momentul în m.kg .

— Momentul maxim pentru a nu se depăşi limita de curgere de 70 kg/mm² (secţiunea cepului 28 cm² la o distanţă de 34 mm de la umăr) este :

$$M_{d\,max} = 6{,}8\ (196 - 0{,}43\ P_s).$$

Desulfurarea gazelor lichefiate cu ajutorul sitelor moleculare. Oil and Gas Journal, **60**, nr. 46, 1962. p. 178.

Sitele moleculare au devenit un agent obişnuit pentru eliminarea hidrogenului sulfurat şi a mercaptanilor din propan şi din butan. În ultimul timp, s-au construit multe asemenea instalaţii, mai ales pentru desulfurarea propanului. În plus, agentul de deshidratare din numeroase instalaţii existente de uscare a propanului a fost înlocuit cu site moleculare. Ca urmare, coloana de spălare cu soluţie de hidroxid de sodiu, care preceda coloana de deshidratare, s-a dovedit inutilă şi a fost oprită. Sitele moleculare elimină deci atît apa cît şi compuşii cu sulf, în instalaţii prevăzute iniţial numai pentru deshdratare.

Propanul circulă prin stratul de site moleculare de sus în jos timp de opt ore. Coloana trece apoi în faza de desorbţie. În acest scop se scurge la rezervor propanul lichid din strat, prin presiunea unui gaz sau prin destindere, în sistemul de gaze combustibile. Stratul este apoi purjat cu gaze de presiune joasă la circa 200—260°C, care sînt dirijate la ardere (faclă). Purjarea se face în şase ore la 3,5—14 at. După aceea, coloana se răceşte, timp de o oră, cu propan purificat de la cealaltă coloană în funcţiune.

Spre a satisface condiţiile de calitate privitoare la conţinutul de sulf, purjarea trebuie să se facă cu o cantitate suficientă de gaze pentru eliminarea completă a hidrogenului sulfurat şi a mercaptanilor din stratul de site moleculare. Cantitatea de gaze şi temperatura de regenerare sînt determinate de presiune şi de proporţia compuşilor cu sulf din gazul de regenerare. La drenarea stratului este important de a nu se admite trecerea gazului de la regenerare în propanul purificat înainte de trimiterea propanului la depozitare. Astfel, cantităţi mici de propan lichid pot fi pierdute. După faza de încălzire, primele volume de propan gazos care intră în strat la începutul răcirii trebuie de asemenea dirijate în gazele combustibile.

Pentru a evita fărîmiţarea adsorbantului, toate operaţiile de recirculare a fluidelor prin strat trebuie să se facă în sensul descendent. Răcirea stratului prin înecare cu propan lichid durează o oră şi cere ca în acest timp să se folosească aproximativ 10% din propanul purificat provenit din cealaltă coloană în funcţiune.

În afară de apă, hidrogen sulfurat, metilmercaptan şi etilmercaptan, în fracţiunile de propan şi de butan, pe lîngă celelalte hidrocarburi (etan şi pentan), se mai găsesc şi proporţii mici de sulfură de carbon, sulfură de carbonil şi sulf elementar. În hidrocarburile mai grele pot fi prezente şi alte sulfuri sau polisulfuri.

Nu se cunoaşte în ce măsură sulful elementar poate fi adsorbit şi desorbit de către sitele moleculare. În general este de presupus că sulfura de carbon poate fi eliminată din propan şi din butan. Este însă probabil că sulfura de carbonil nu va putea fi eliminată dintr-un lichid, cînd acesta conţine bioxid de carbon, într-o proporţie destul de mare.

În general hidrocarburile cele mai grele sînt reţinute de sitele moleculare practic la fel de puternic ca şi compuşii cu sulf cei mai uşori. Este foarte uşor de eliminat hidrogenul sulfurat din propan şi din butan, dar îndepărtarea sa este mult mai dificilă dintr-o gazolină de schelă, care poate conţine cantităţi apreciabile de hidrocarburi cu 14 atomi de carbon în moleculă. Cu cît fracţiunea de purificat este mai îngustă, cu atît capacitatea de desulfurare a sitelor moleculare va fi mai mare.

Dificultăţile întîlnite la desulfurarea propanului cu site s-au datorat adesea condiţiilor necorespunzătoare de exploatare. Astfel temperatura de regenerare poate fi prea scăzută faţă de presiunea şi cantitatea gazului de purjare. De asemenea temperatura şi presiunea de regenerare pot fi nesatisfăcătoare pentru proporţia hidrogenului sulfurat din gazul de regenerare. Canalizările stratului adsorbant pot împiedica purificarea. Pentru a le evita, coloana (stratul adsorbant) trebuie menţinută plină cu propan lichid, astfel ca să nu se producă vaporizarea acestuia. Răcirea stratului cu gaze în loc de lichid poate satura adsorbantul cu urme de ulei de adsorbţie din sistemul de recuperare a hidrocarburilor. Din cauza aceasta compuşii cu sulf (hidrogen sulfurat, mercaptani) nu mai pot fi eliminaţi, hidrocarburile grele din uleiul de adsorbţie (benzină, petrol lampant) fiind reţinute mai puternic de către adsorbant.

Recenzii

S. TINDECHE

Pierderi prin evaporare în industria petrolului. Editura tehnică, Bucureşti, 1961.

Această problemă a fost parţial tratată de diverşi autori, însă în lucrarea ing. Stan Tindeche, problema pierderilor prin evaporare este discutată foarte amănunţit.

Problema pierderilor prin evaporare trebuie cunoscută de tot personalul care lucrează în extracţia, manipularea şi prelucrarea ţiţeiului, deoarece este o problemă importantă pentru economia naţională.

Lucrarea amintită se adresează personalului tehnic din şantierele de extracţie a ţiţeiului, din unităţile de transport, depozitare şi descărcare a ţiţeiului şi desfacerea produselor petroliere din rafinării, precum şi studenţilor din învăţămîntul superior şi personalului tehnico-inginerese din institutele de cercetare şi proiectare.

În capitolul I se tratează în general problema fenomenului şi a mecanismului de evaporare şi în special aplicat la produsele petroliere.

Tratează metodele pentru determinarea tensiunii de vapori, precum şi aparatele necesare acestui scop, insistînd mai mult asupra metodelor şi aparatelor folosite în industria de petrol.

Capitolul II tratează posibilităţile existente care generează pierderile şi modul de producere a pierderilor prin evaporare.

Tratează foarte amănunţit cu spirit practic cele patru posibilităţi de pierderi prin evaporare, indicînd şi soluţiile practice pentru eliminarea lor.

Capitolul III tratează metodele de determinare a pierderilor prin evaporare.

Abordarea acestei probleme la un nivel destul de ridicat implică şi descrierea metodelor moderne de determinare a pierderilor prin evaporare, ca urmare a introducerii progresului tehnic în şantierele de petrol (de exemplu folosirea izotopilor radioactivi în detectarea pierderilor prin evaporare).

Prin exemplele practice redate face ca aceste metode să poată fi aplicate în orice şantier şi, în consecinţă, să se poată lua măsurile cele mai adecvate pentru micşorarea sau eliminarea acestor pierderi.

Capitolul IV tratează combaterea pierderilor prin evaporare.

În acest capitol, printr-o studiere atentă şi amplă a literaturii de specialitate şi a metodelor aplicate pe scară mondială, autorul a redat într-un stil foarte curgător atît metodele clasice cît şi metodele bazate pe tehnica cea mai nouă, în legătură cu combaterea acestor pierderi.

Prin studierea acestei lucrări de tot personalul indicat mai sus şi prin aplicarea măsurilor indicate se vor putea reduce simţitor pierderile prin evaporare în industria de petrol, aducînd prin aceasta o mare contribuţie la creşterea nivelului de trai.

M. POPESCU ŞI N. PETCU

Captarea, transportul şi reţelele de distribuţie a gazelor naturale. Editura tehnică, Bucureşti, 1962.

Cartea este adresată tehnicienilor şi inginerilor care lucrează în domeniul captării, transportului şi distribuţiei gazelor naturale, avînd ca scop să pună la dispoziţia celor interesaţi un material documentar valoros, în care noile realizări ale tehnicii în acest domeniu constituie o preocupare principală. În lucrare sînt abordate aspectele tehnice şi economice în fiecare dintre cele trei sectoare menţionate: captarea, transportul şi distribuţia, insistîndu-se asupra celor mai avantajoase şi mai moderne posibilităţi de realizare a conductelor magistrale de gaze şi a reţelelor de distribuţie, ţinînd seamă în ultimul caz şi de cerinţele actuale ale sistematizării. Lucrarea se bazează pe o documentaţie bună şi o îndelungată experienţă de proiectare în acest domeniu.

Capitolul consacrat captării gazelor naturale cuprinde date asupra diferitor tipuri de separatoare utilizate, analizîndu-se critic avantajele şi dezavantajele fiecărui tip precum şi modul de calcul al separatoarelor. Sînt arătate diferite colectoare existente într-o schelă de petrol şi calculul reţelei pentru colectarea gazelor, însoţit de cîteva exemple de calcul. Capitolul se încheie cu indicaţii asupra exploatării conductelor de gaze în schele.

Măsurarea debitelor de gaze este expusă detaliat, precizîndu-se aparatele utilizate în acest scop: diafragmele şi manometrele diferenţiale înregistrătoare. În cazul diafragmelor se dau indicaţii asupra calculului şi montării lor. Manometrele diferenţiale înregistratoare sînt expuse pe larg, arătîndu-se modul lor de funcţionare şi parametrii importanţi precum şi calculul cantităţilor de gaze măsurate cu ajutorul acestora, atît în cazul utilizării metodei perioadei, cît şi în cazul metodei integrării cu planimetrul radial sau cu planimetrul de rădăcină pătrată. Numeroase tabele pentru factorul de corecţie pentru presiuni statice sînt de un real folos celor ce utilizează aceste manometre diferenţiale. În continuare se expune modul de determinare a factorilor care intră în formula de calcul al debitului, prezentîndu-se numeroase diagrame şi nomograme necesare.

Reglarea presiunii gazelor în sectorul captării şi transportul gazelor ocupă un alt capitol, în care sînt descrise regulatoarele de presiune folosite la noi în ţară, precum şi staţiile de odorizare.

Transportului gazelor pe conducte magistrale îi este consacrat cel mai important capitol din carte. Se expun parametrii determinanţi pentru stabilirea condiţiilor de funcţionare a magistralelor şi anume: capacitatea de transport, lungimea traseului, presiunea maximă de regim, diametrul conductelor şi numărul şi puterea staţiilor de comprimare. Importanţa acestor parametri sub aspectul economicităţii în investiţii şi exploatare este subliniată în mod special dîndu-se şi exemple de calcul foarte utile. Calculul şi dimensionarea conductelor pentru transportul gazelor sînt expuse pe larg la un nivel superior, indicîndu-se şi aici, prin exemple, soluţiile cele mai avantajoase. Se prezintă modul de stabilire a traseului şi a presiunii iniţiale şi finale pentru a realiza o economicitate ridicată. Construcţia conductelor magistrale de gaze este expusă în mod deosebit, insistîndu-se asupra principiilor moderne de construcţii a acestora din ţevi de diametru mare şi grosime mică de perete, din oţeluri speciale, fabricate prin sudură longitudinală sau în spirală. Sînt arătate în continuare procedeele noi de îmbinare cap la cap a ţevilor prin sudură electrică: sub strat de fondant cu electrod culcat şi în mediu de CO_2, precum şi metodele automate de sudură prin presare.

În acest capitol un spaţiu important este consacrat comprimării gazelor. Sînt expuse principiile teoretice ale comprimării gazelor şi modul de acţionare a compresoarelor. Se arată diverse tipuri de compresoare şi schema unei instalaţii de compresoare, dîndu-se exemple de calcul pentru mărirea capacităţii de transport a unor conducte magistrale în diferite ipoteze, cu folosirea compresoarelor cu piston, comparativ cu compresoarele centrifugale.

Capitolele referitoare la reţelele de distribuţie a gazelor cuprind: proiectarea, construcţia şi întreţinerea acestor reţele. Se expun principiile de bază în proiectarea reţelelor, ţinîndu-se seamă de sistematizarea şi dezvoltarea socialistă a oraşelor din ţara noastră. Modul de stabilire a necesităţilor de consum (consumatori industriali, casnici şi dotaţiile oraşelor) este arătat amănunţit, şi în continuare este arătată alegerea sistemului de distribuţie a traseului. Dimensionarea reţelelor de distribuţie este expusă în mod detaliat, fiind însoţită de exemple de calcul, de proiectare a unei distribuţii de gaze orăşeneşti şi a unei distribuţii de gaze rurale. Staţiile de reglare de sector, principiile de funcţionare a regulatoarelor de presiune (de uz industrial şi casnic), aparatura de filtrare şi siguranţă formează obiectul unui subcapitol separat, care cuprinde numeroase scheme.

Pentru construcţia reţelelor de distribuţie se descriu materialele (cu menţionarea STAS-urilor în vigoare) şi modul de execuţie. Controlul şi întreţinerea reţelelor şi problemele tehnice ale securităţii sînt analizate separat avînd în vedere specificul acestor probleme importante, în cazul de faţă — gaze combustibile. Problemele de coroziune a conductelor de gaze sînt expuse succint, avînd numai rol de informare. Ar fi fost bine ca acest capitol să fi fost mai dezvoltat insistîndu-se asupra problemelor de coroziune ce apar în cazul unei distribuţii de gaze orăşeneşti şi al consumatorilor industriali, unde infiltraţiile de ape industriale şi comunale, prezenţa altor conducte subterane şi a curenţilor vagabonzi ridică probleme deosebit de acute.

Cartea se încheie cu un capitol consacrat termoficării urbane, care are la bază experienţa de proiectare acumulată în acest domeniu în ultimii ani.

Lucrarea apărută este de un real folos inginerilor şi tehnicienilor care lucrează la proiectarea, montarea şi întreţinerea conductelor pentru transportul şi distribuţia gazelor naturale. Faţă de lucrările apărute anterior în aceste probleme, cartea reprezintă un pas înainte, fiind mai completă şi prezentînd soluţiile tehnice cele mai noi şi mai economice.

INJECȚIA DE APĂ SĂRATĂ ÎN ZĂCĂMÎNT

Creșterea continuă a producției de țiței a dus la extragerea din zăcămînt a unor cantități din ce în ce mai mari de apă sărată.

Datorită conținutului ridicat în săruri și, mai ales, în clorură de sodiu, acizi naftenici, gaze dizolvate etc., aceste ape au o acțiune nocivă asupra faunei rîurilor în care ajung și dăunează, în același timp, și terenurilor prin care se scurg. Din aceste motive, Comitetul de Stat al Apelor a interzis evacuarea apelor reziduale din orice întreprindere, schelă, rafinărie etc. fără o purificare prealabilă.

Deoarece în industria petrolieră se folosește o mare cantitate de apă dulce la procesele de recuperare secundară și la menținerea presiunii de zăcămînt, s-a pus problema valorificării apei sărate, extrasă o dată cu țițeiul, la aceste procese, rezolvînd în acest mod și problema deversării apelor reziduale prin injectarea lor înapoi în strat.

Pentru ca apa să poată fi folosită la injecția în strat, trebuie să îndeplinească un minimum de condiții, și anume: să nu micșoreze permeabilitatea zonei din jurul găurii de sondă; să nu fie corosivă; să fie stabilă în condițiile de temperatură și de presiune de zăcămînt; să nu provoace hidratarea marnelor.

Apa dulce, pentru a îndeplini aceste condiții, se tratează cu clorură de calciu sau cu clorură de magneziu.

Apa sărată, pentru a putea fi injectată în strat, necesită purificarea ei prin: îndepărtarea urmelor de țiței, care, chiar în cantități neînsemnate, reduc brusc capacitatea de curgere a apei; îndepărtarea suspensiilor mecanice, care, în cantități de peste 1 mg/l, duc la blocarea porilor prin depunerea acestora pe suprafața filtrantă a regiunii perforate din sondă; menținerea sărurilor de fier (feroase) în soluție.

În ceea ce privește acțiunea apei sărate asupra marnelor, încercările de laborator au arătat că apele de zăcămînt cu peste 10% clorură de sodiu au aceeași capacitate de a preîntîmpina procesul de hidratare a marnelor ca și apa dulce tratată cu 1% clorură de calciu sau de magneziu.

Această proprietate a apelor sărate, care așa cum sînt extrase conțin de la 15 la 35% clorură de sodiu, a dus la propunerea făcută de către ICFE—Cîmpina de a înlocui apa dulce, pentru procesele de injecție, cu apă sărată de zăcămînt, mai ales pentru injecția în formațiuni ce conțin marne.

În scopul injectării apei sărate în zăcămînt, în urma cercetărilor de laborator s-a propus purificarea acesteia printr-o filtrare succesivă, printr-un filtru cu talaș sau vată de sticlă și printr-un filtru de cuarț.

Stabilitatea apei filtrate se propune a fi realizată prin eliminarea oxigenului din instalație, fapt care se realizează prin funcționarea instalației în sistem închis sau mixt, deschis-închis, și anume: instalațiile de decantare, limpezire și filtrare cu talaș sau cu vată de sticlă — în sistem deschis; filtrele cu cuarț, depozitarea apei filtrate și operația de injecție la sondă — în sistem închis; acolo unde în componența apelor sărate colectate intră atît ape de suprafață de tipul bicarbonat de sodiu cît și ape de adîncime de tipul clorură de calciu, stabilitatea apei se realizează prin funcționarea întregii instalații în sistem închis, fapt care, pe de o parte nu dă posibilitatea pierderii bioxidului de carbon dizolvat în apă, iar pe de altă parte sărurile feroase solubile nu oxidează în săruri ferice insolubile.

În urma propunerii s-a realizat o stație-pilot de purificare a apelor sărate de strat pentru experimentarea metodei.

Stația-pilot a funcționat în sistem mixt deschis-închis.

Instalația a fost montată la unul din parcurile unei schele și se compune din: bazin de colectare a apei provenite de la scurgerile din parcurile de colectare a țițeiului și de la stațiile de dezemulsionare a țițeiului, care conțin pînă la 3—4% țiței și în care are loc o reducere a conținutului de țiței sub 1%; bazine cu șicane pentru limpezirea apei, unde — datorită temperaturii și oxigenului dizolvat în apă — o parte din sărurile feroase solubile se oxidează în săruri ferice insolubile, care se vor depune la fundul bazinului; baterii de filtre cu talaș sau vată de sticlă prevăzute cu grătare de susținere a materialului filtrant, acoperite cu site din material neferos și pînză pentru reținerea sfărîmiturilor de talaș sau vată de sticlă. Aici se reține urmele de țiței, suspensiile mecanice și hidroxidul feric; bazine (rezervoare atmosferice) de depozitare a apei filtrate prin talaș (lînă de lemn) sau vată de sticlă, unde are loc oxidarea sărurilor feroase rămase în stare solubilă prin consumarea oxigenului dizolvat în timpul depozitării în aceste bazine; pînă aici instalația este deschisă, atmosferică; pompe pentru tragerea apei din bazinele de depozitare a apei filtrate și împingerea în filtrele închise cu cuarț, pompe care funcționează înecat; baterie de filtre cu cuarț, închise, unde se reține urmele de hidroxid feric; rezervor închis de depozitare a apei filtrate, provenită de la filtrele cu cuarț, cu strat izolator de azot sau gaz metan, pentru ca sărurile de fier ce eventual s-ar mai găsi în apă să rămînă în stare solubilă; dozator pentru hidrat de hidrazină, care se adaugă în caz de nevoie pentru a consuma oxigenul rămas în apa filtrată; pompe de înaltă presiune și debit mare pentru injecția apei în strat; instalații-anexe pentru lucrarea probelor de apă și pentru manevrarea țițeiului separat în bazinele de colectare și limpezire.

Procesul de succesiune a apei sărate în cadrul procesului de purificare decurge din însăși enumerarea părților componente.

Funcționarea pilotului a decurs în condiții bune, caracteristicile apei sărate astfel purificate fiind în limitele admise de procesul de injecție și de protecția utilajelor.

Viteza optimă de filtrare s-a stabilit la 5 m/h.

S-a constatat că apa filtrată prin vată de sticlă prezintă calități cu mult superioare apei filtrate prin talaș. Densitatea medie optimă a talașului sau a vatei de sticlă în filtre a fost de 60—80 kg/m^3, iar înălțimea stratului filtrant de 700 mm.

În urma rezultatelor bune obținute s-a realizat, după metoda descrisă, o instalație de purificare industrială, care funcționează, paralel cu pilotul arătat mai sus, în bune condiții, alte instalații fiind în curs de executare sau proiectare.

Aplicarea injecției de apă sărată în zăcămînt s-a dovedit deosebit de eficientă ducînd la reducerea cheltuielilor procesului de injecție, economisirea de cantități mari de apă dulce și rezolvîndu-se în același timp și problema apelor reziduale provenite din extracția țițeiului.

În anul 1962 s-au obținut însemnate succese în domeniul automatizării și telemecanizării proceselor de extracție a țițeiului. Spre sfîrșitul anului, numărul sondelor de țiței controlate și comandate de la posturi de dispecer a atins 12 000. Majoritatea instalațiilor mari pentru captarea apei și stațiile de pompare pentru injecția extracontinentală a apei de la schelele din R.S.S.A. Tătară, R.S.S.A. Bașchiră și alte raioane sînt comandate de la posturi centrale de dispecer. Introducerea telemecanizării permite să se reducă cu 25—30% consumul de muncă în extracția de țiței. Datorită automatizării și telemecanizării multe schele au trecut la deservirea într-un singur schimb a instalațiilor.

În anul 1963, al cincilea an al septenalului sovietic, producția totală de țiței va trebui să depășească 200 mil. t.

Vor trebui să intre în exploatare noi bogate zăcăminte petroliere în Kazahstan, Ucraina, Caucazul de nord, Uralo-Povoljie şi să se creeze baza pentru darea în exploatare, în ultimii ani ai septenalului, a unor noi zăcăminte de ţiţei în Peninsula Mangîşlak, Siberia, Turkmenia şi alte regiuni ale ţării.

Se acordă o atenţie tot mai mare introducerii în producţie a pompelor electrice submersibile de mare productivitate în locul pompelor de adîncime. Pînă la sfîrşitul anului trecut circa 1 600 de sonde au fost utilate cu pompe electrice submersibile, care dau o producţie anuală de peste 15 mil. t. Aceste pompe permit să se mărească debitul sondelor de 2—3 ori, nu au nevoie de unităţile de pompare actuale şi nici de prăjini de pompare.

La întreprinderea „Neftegaz" din Moscova s-a aplicat pentru prima oară în U.R.S.S. procesul continuu de obţinere a sulfonaţilor de calciu solubili în apă — inhibitori de coroziune — în instalaţii moderne automatizate, precum şi sulfonarea uleiurilor cu anhidridă sulfurică SO_3 în anhidridă sulfuroasă SO_2 lichidă. Inhibitorii obţinuţi sînt ieftini şi au o mare eficienţă în protecţia împotriva coroziunii a tuturor aliajelor, metalelor feroase şi neferoase în cele mai grele condiţii de păstrare şi de exploatare.

Pe baza inhibitorilor de coroziune s-au preparat unsorile de conservare „Neftegaz-203" şi „Neftegaz-204" pentru protejarea maşinilor şi utilajelor care se păstrează atît în încăperi închise cît şi în aer liber.

Uleiurile sulfonate se întrebuinţează la prepararea emulsolului folosit ca lichid de răcire la prelucrarea metalelor.

Institutul „Ghiproazneft" din Baku proiectează rafinării de petrol nu numai pentru U.R.S.S. ci şi pentru alte ţări.

Metodele de proiectare se perfecţionează continuu. De curînd colectivul institutului a realizat o instalaţie de rafinare tip, folosind pentru prima oară *proiectarea volumetrică*, care constă în construirea unei machete-model de lucru pentru obiectivul proiectat. Noua metodă de proiectare asigură găsirea variantei optime a volumului instalaţiilor şi dispunerii utilajului, reducerea numărului desenelor de proiectare, realizarea unor elemente tipizate care să se poată confecţiona pe scară industrială, reducerea timpului construcţiilor şi îmbunătăţirea calităţii acestora.

Proiectarea volumetrică realizează mărirea simţitoare a productivităţii muncii proiectanţilor.

O uzină din Leningrad a construit un nou agregat mobil pentru intervenţii la sonde. O turlă telescopică de 22 m, instalată pe platforma unui autocamion, se foloseşte la introducerea şi extragerea ţevilor de extracţie şi la instalarea utilajului de exploatare a sondelor de ţiţei. Autocamionul este prevăzut cu un agregat de pompă şi un aparat pentru circulaţia noroiului.

Noua instalaţie se mai poate întrebuinţa şi pentru extracţia ţiţeiului, curăţarea sondei cu ajutorul lingurii de lăcărit, forarea dopurilor de ciment, spălarea sondelor etc.

Toate mecanismele agregatului sînt acţionate de motorul autocamionului.

„Sputnik" a fost numită de către constructorii din Odesa noua maşină de tăiat cu gaze, destinată lucrărilor ce se execută pe traseele conductelor magistrale de petrol şi gaze, pe şantierele de construcţii şi în atelierele de montaj şi de reparaţii.

Înconjurînd conducta (ţeava) cu un lanţ închis, Sputnik, acţionat de un motor electric, se deplasează pe lanţ în jurul ţevii de tăiat cu viteza de 50 cm/min. Micşorînd sau mărind lungimea lanţului, maşina se poate pregăti pentru tăierea ţevilor de diametre diferite (de la 194 la 1 500 mm). Grosimea pereţilor ţevilor nu trebuie să depăşească 50 mm. Se pot obţine muchii fie perpendiculare, fie oblic la unghiuri pînă la 30°.

Greutatea maşinii este de numai 17 kg, consumul de oxigen de 6,5 m^3/h, iar de acetilenă de 0,8 m^3/h.

Biroul special de proiectări din U.R.S.S. pentru automatizarea prelucrării ţiţeiului şi petrochimiei a realizat o serie de traductoare pneumatice de compensare pentru măsurarea în flux a greutăţii specifice a produselor petroliere, aparate care constituie elementul de bază pentru automatizarea complexă a multor procese tehnologice. Caracteristicile tehnice ale acestor traductoare sînt: presiunea maximă de lucru — 10 kg/cm^2; temperatura maximă de lucru — +110°C; distanţa maximă de la traductor pînă la aparatul următor — 300 m; debitul maxim de lichid prin traductor — 40 dm^3/min; temperatura mediului înconjurător — +5...40°C; consumul de aer — 0,5 m^3/h.

Folosirea acestor aparate a permis îmbunătăţirea calităţii produselor petroliere obţinute, mărirea procentului de extracţie a produselor valoroase, reducerea consumurilor de exploatare şi reducerea operaţiilor laboratorului rafinăriei.

La institutul „Permpromproekt" din oraşul Perm s-a elaborat proiectul unei instalaţii pentru măsurarea automată după program a debitului de ţiţei. Instalaţia asigură măsurarea automată a debitului fiecărei sonde cu fixarea manuală la măsurare, măsurarea automată după program a debitului tuturor sondelor şi verificarea pompei care pompează ţiţeiul din rezervoarele de măsurare în cazul controlurilor şi reparaţiilor profilactice.

Debitul fiecărei sonde se determină prin timpul de umplere a rezervorului de măsurare.

În regiunea de la nord-est de Irkuţk, la o distanţă de cîteva sute de kilometri, s-a descoperit un nou şantier, Markovo, care apare a fi cea mai importantă descoperire din ultimii 15 ani.

Sonda *1* Markovo, care a descoperit zăcămîntul, a fost programată să sape pînă la adîncimea de 3 400 m, pentru a investiga o capcană stratigrafică în formaţiunea Cambriană.

La adîncimea de 2 164,5 m sonda a erupt violent cu un debit de peste 2 000 t/zi şi a fost necesară o lună ca sonda să fie pusă sub control. În acest interval a produs peste 25 000 t. Debitul de gaze a fost estimat la 500 000 m^3/zi.

Pînă la descoperirea zăcămîntului Markovo s-au săpat aproximativ 100 de sonde, începînd din anul 1939, în provincia Irkuţk, în căutarea ţiţeiului în Cambrian, dar au fost fără rezultat sau cu rezultate neînsemnate.

Dimensiunea zăcămîntului Markovo nu este încă cunoscută. Se cunosc patru zone Cambriene, similare cu Markovo, în jurul platformei siberiene, aşa că descoperirea de la Markovo deschide posibilităţi excepţional de mari, depozitele estimate din Siberia de est, după părerea unor geologi, putînd fi mai mari decît zece regiuni Baku.

La Titas, în apropiere de Brahamanbaria, în Pakistanul de răsărit, au fost descoperite importante zăcăminte de gaze naturale. Puţul Titas-l, a cărui forare a început la 1 iunie 1962, a atins adîncimea finală de 12 325 picioare (3 760 m) şi a identificat prezenţa gazului la diverse niveluri.

Astfel s-a dovedit că subsolul Pakistanului de răsărit conţine suficiente cantităţi de gaze naturale pentru a face faţă necesităţilor acestei provincii timp de mai multe decade.

Un nou puţ de adîncime, Hamada de Tindouf-1, a fost forat în regiunea Hassi Labbar, în extremul vest al Saharei algeriene.

Forarea acestui puţ, care în ultima vreme a atins adîncimea de 1 800 de picioare (549 m), a fost precedată de vaste cercetări de reflecţie seismică efectuate în regiunea Tindouf. Tot în cursul acestui an au fost prevăzute şi alte lucrări de foraj şi de reflecţie seismică în zona Hassi Labbar.

Recent s-a mai format un puţ de încercare, de adîncime, la Tikrabkrabe-1, în bazinul Fort Polignac. Acest bazin este situat în zona Hassi Touil, în Sahara de răsărit. În nord au loc operaţii geofizice curente în zona Hassi Menkel.

Consumul de gaze în S.U.A. este de 866 miliarde m^3/an, din care 424 miliarde pentru industrie şi 212 miliarde pentru consum casnic.

În insula Kharg, situată în Golful Persic, la 42 km de coastă, şi aparţinînd Iranului, s-a descoperit un şantier de petrol. Sonda ce a descoperit zăcămîntul are un debit aproximativ de 800 m^3/zi.

MŰSZAKI KÖNYVTÁR 1883

INDUSTRIALEXPORT

Rumanian oilfield equipment known the world over

— Diesel driven drilling equipment for prospection, exploration and exploitation for depths down 6 000 m
— Production equipment
— Drilling and instrumentation tools

exported by:

„INDUSTRIALEXPORT"
Bucharest Rumania
2, Gabriel Peri Street
Telephone 116 Telex 224

On demand „Industrialexport" put at the disposal of those concerned skillful specialists for technical advices and setting up of installations.

Outillage pétrolier roumain de renommée mondial

— Installations de forage, actionnées par des moteurs Diesel pour la prospection, l'exploration et l'exploitation à des profondeurs jusqu'à 6 000 m
— Equipement de production
— Outils de forage et d'instrumentation

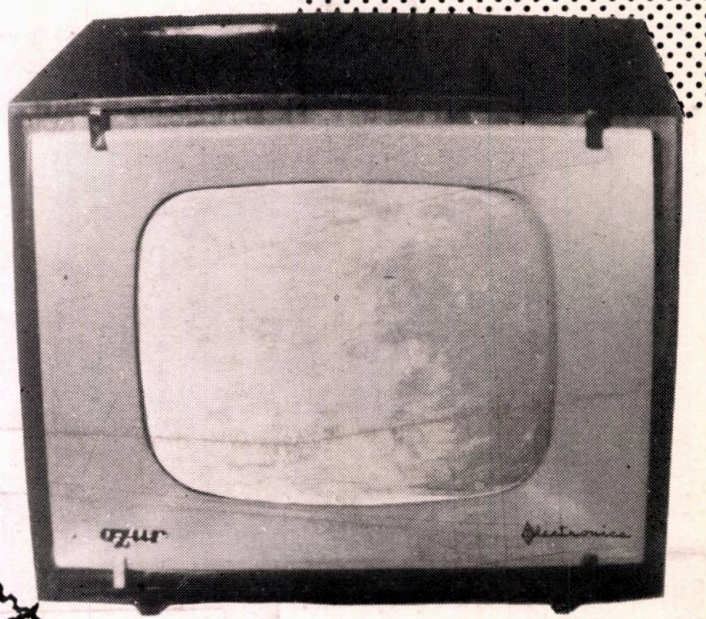
exportés par:

„INDUSTRIALEXPORT"
Bucarest Roumanie
2, rue Gabriel Péri
Téléphone 116 Télex 224

Sur demande, des spécialistes sont mis à la disposition des intéressés par „Industrialexport" pour des consultations techniques et la mise en fonction des installations.

„AZUR"

— Un televizor realizat cu circuite imprimate.
— Linie elegantă; stabilitate remarcabilă în funcționare.
— Imagine de înaltă calitate.
— Comutator de canale cu 12 poziții
— Diagonala ecranului de 43 cm.
— 16 tuburi electronice + 2 diode cu germaniu + 2 diode cu seleniu
— Tensiunile de alimentare: 120 V și 220 V.



PRODUS
DE
UZINELE

Electronica

ORSZÁGOS MŰSZAKI KÖNYVTÁR ÉS DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT 1883

Abonați-vă pentru anul 1963

PETROL ŞI GAZE
REVISTA DE CHIMIE
CELULOZĂ ŞI HÎRTIE

editate de MINISTERUL INDUSTRIEI PETROLULUI ŞI CHIMIEI — Centrul de Documentare al Industriei Petrolului şi Chimiei în colaborare cu CONSILIUL NAȚIONAL AL INGINERILOR ŞI TEHNICIENILOR DIN R.P.R.

Abonamentele se primesc pe adresa: **Centrul de Documentare al Industriei Petrolului şi Chimiei, Bucureşti, Bd. N. Bălcescu nr. 16, Raionul 30 Decembrie, telef. 13.52.23,** *în contul de virament nr* **0136402-17,** *Filiala 30 Decembrie B.R.P.R.*

Costul unui abonament anual pentru muncitori, tehnicieni şi ingineri este de **lei 30.**

COSTUL UNUI ABONAMENT ANUAL PENTRU INSTITUȚII ESTE:

Petrol şi Gaze	**lei 100**
Revista de Chimie	**lei 160**
Celuloză şi Hîrtie	**lei 100**

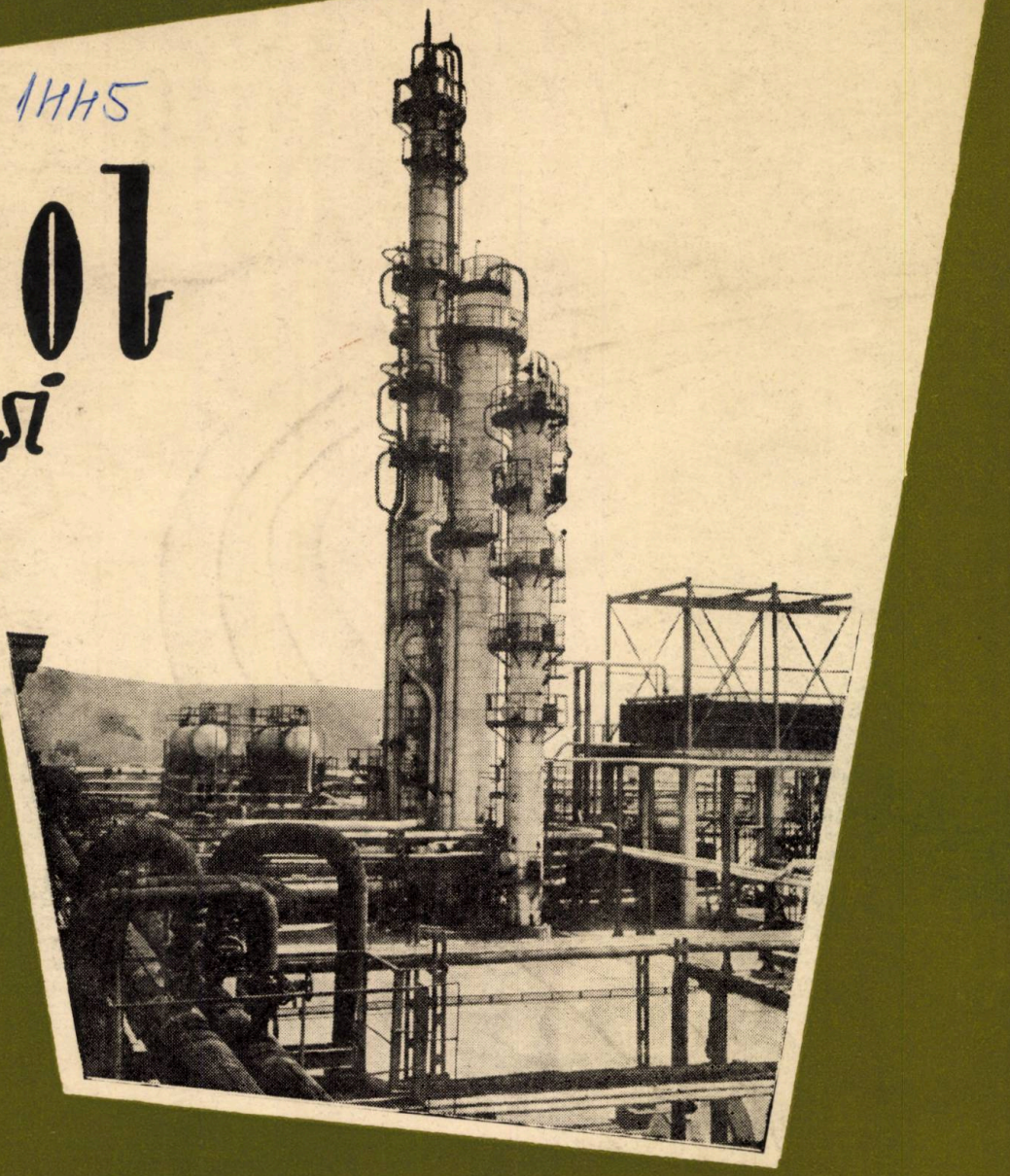
Revista PETROL şi GAZE, organ a Ministerului Industriei Petrolului şi Chimiei şi al Consiliului Naţional al Inginerilor şi Tehnicienilor din R.P.R. (C.N.I.T.) Redacţia: Bucureşti, str. Ion Ghica, nr. 3, raion Tudor Vladimirescu, telefon 16.78.78 Revista este editată de Centrul de documentare al industriei petrolului şi chimiei. Abonamentele pentru biblioteci, cabinetele tehnice, individuale se pot achita în numerar sau în contul nostru de virament: Centrul de documentare al industriei petrolului şi chimiei – Sectorul publicaţiilor tehnice – telefon 13.52.23, Bd. N. Bălcescu, nr. 16, raion 30 Decembrie, cont 136402 – 17 B.R.P.R., Filiala 30 Decembrie, Bucureşti. Tarif pentru întreprinderi lei 100 anual; tarif pentru abonamentele individuale: lei 30 anual. Preţul unui exemplar: lei 5.

Taxele poştale plătite în numerar conform aprobării D.G.P.Tc. nr. 560/11 759/1962. Tiparul: Întreprinderea Poligrafică nr. 2, Bucureşti – c.1852

5 LEI

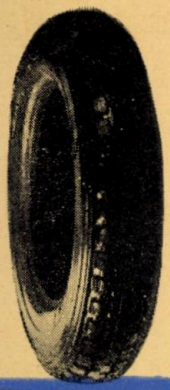
E 1HH5

petrol și gaze



PETROL ŞI GAZE • Vol. 14 • Nr. 7 • P. 325 — 372 • BUCUREŞTI, 1963

7



UZINELE CHIMICE

Victoria

FLOREȘTI
REG PLOIEȘTI
GARA BĂICOI

produc:

anvelope și camere
de biciclete
motociclete
autoturisme, auto-
camioane, autobuze
și tractoare

MŰSZAKI KÖNYVTÁRÉS DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT 1883

CUPRINS

	Pag.
NURHAN DĂNEŢ: **Ostracode şi conodonte siluriene în forajul de la Vorona**	325 – 332
N. GRIGORAŞ, I. PETRIŞOR, E. HRISTESCU şi U. SULUTIU: **Contribuţii la cunoaşterea legilor de răspîndire a zăcămintelor de petrol şi gaze din Depresiunea Precarpatică de pe teritoriul R.P.R.**	333 – 340
GH. PACOSTE, I. CRIVĂŢ şi GH. METINCU: **Rezultatele forajului dirijat cu turbina în R.P.R.**	341 – 346
B. DANILOV, M. CRISTESCU, C. DIMA, A. MITACU şi I. STAN: **Comportarea faţă de unii solvenţi selectivi a fracţiunilor de ulei prevenite dintr-un ţiţei naftenic**	347—354
R. ŢUNESCU: **O nouă metodă de trasare a curbei de vaporizare în echilibru prin calcul**	355 – 357
M. BORU şi A. FORJE: **Consideraţii asupra criteriilor de admisibilitate privind sudurile de îmbinare la conductele magistrale pe baza controlului cu radiaţii atomice**	358—362
T. HĂNCIULESCU şi C. POPESCU: **Gradul de complexitate în rafinării**	363 – 369
NOTE TEHNICE	370
INFORMAŢII ECONOMICE	371
DOCUMENTARE	371 – 372
SCURTE ŞTIRI	372

COMITETUL DE REDACŢIE

Ing. I. NICULESCU, Laureat al Premiului de Stat, redactor responsabil, ing. GH. ALDEA, ing. I. COSTESCU, ing. V. COVRIG, dr. ing. N. CRISTEA, Laureat al Premiului de Stat, dr. ing. AL. DRĂGAN, ing. I. ISTRATE, ing. G. PACOSTE, ing. N. ROŞCA, ing. I. TOCAN, candidat în ştiinţe tehnice şi ing. A. ZBEREA.

Fotografia de pe copertă reprezintă instalaţia de absorbţie şi fracţionare de gaze de la Rafinăria Oneşti

СОДЕРЖАНИЕ

НЮРХАН ДЭНЕЦ: **Силурийские остракоды и конодонты, обнаруженные при бурении у Ворона** ..... 325—332

Н. ГРИГОРАШ, И. ПЕТРИШОР, Е. ХРИСТЕСКУ и У. СУЛУЦИУ: **К вопросу выявления закономерностей распространения нефтяных и газовых месторождений в Предкарпатской низменности на территории РНР** ..... 333—340

Г. ПАКОСТЕ, И. КРИВЭЦ и Г. МЕТИНКУ: **Результаты турбинного направленного бурения в РНР** ..... 341—346

Б. ДАНИЛОВ, М. КРИСТЕСКУ, К. ДИМА, А. МИТАКУ и И. СТАН: **Поведение масляных фракций, полученных из нафтеновой нефти по отношению к ряду селективных растворителей** 347—354

Р. ТУНЕСКУ: **Новый расчетный метод построения равновесной кривой испарения** ..... 355—357

М. БОРУ и А. ФОРЖЕ: **Соображения относительно критериев допустимости применительно к сварке соединений магистральных трубопроводов, установленных на основании контроля ядерным излучением** ..... 358—362

Т. ХЭНЧУЛЕСКУ, К. ПОПЕСКУ: **Степень комплексности нефтеперегонных заводов** ..... 363—369

ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ 370

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ 371

ДОКУМЕНТАЦИЯ ..... 371—372

НЮРХАН ДЭНЕЦ: **Силурийское остракоды и конодонты, обнаруженные при бурении у Ворона.**

Настоящая работа касается микроокаменелостей обнаруженных в кернах полученных из скважины 90 Ворона, расположенной в северной части Молдавской платформы, на юге от города Еотошань. Проанализированный материал из этой скважины состоит из органогенного известняка со значительной степенью диагенезиса. Содержимые микроокаменелости были получены посредством химического разложения уксусной кислотой.

При этом получены: 18 видов остракодов и 8 видов конодонтов, также другие органические остатки, указывающие на среднесилурийский возраст.

Petrol şi Gaze 14, № 7, 1963, стр. 325—332
ДК 622.24 : 550.8

Н. ГРИГОРАШ, И. ПЕТРИШОР, Е. ХРИСТЕСКУ и У. СУЛУЦИУ: **К вопросу выявления закономерностей распространения нефтяных и газовых месторождений в Предкарпатской низменности на территории РНР.**

Излагается ряд оображении относительно условий образования нефтяных и газовых месторождений в зоне Предкарпатского прогиба и выводится ряд закономерностей их распространения: лоализация месторождений только в осадочных образованиях; линейное расположение согласно основным структурным линиям; ловдшки сртуктурного происхождения с тектоническим экранированием; распределение типов нефтяных залежей, бедных или богатых растворенным газом, в связи с глубиной залегания, соответственно возрасту образований.

Petrol şi Gaze 14, № 7, 1963, стр. 333—340
ДК 553.981 : 981.665.5

М. БОРУ и А. ФОРЖЕ: **Соображения относительно критериев допустимости применительно в к сварке соединений магистральных трубопроводов на основании контроля ядерным излучением.**

В настоящей статье в начале освещаются результаты полученные при лабораторных механических испытаниях сварных соединений на магистральных трубопроводах, причем главным образом рассматривается влияние деффектов непроницаемости. Далее приводятся соображения относительно остальных деффектов, характерных для сварных соединений на трубопроводах, после чего предлагаются условия допустимости деффектов сварки.

Petrol şi Gaze 14, № 7, 1963, стр. 358—362
ДК 621.643 : 627.791 : 539.166.

Р. К. ТУНЕСКУ: **Новый расчетный метод построения равновесной кривой испарения.**

Разработан метод расчёта равновесной кривой испарения, построенной в координатных осях: процент испарения — температура, исходя от кривой PRF, коренным образом отличающийся от используемых до настоящего времени эмпирических методов.

В основном преследовалось уточнить на стандартной кривой два правильно выбранных ключевых компонента, измененные средние температуры кипения которых, благодаря взаимному влиянию, представляли бы точки, на основании которых возможно построение равновесной кривой испарения.

Petrol şi gaze 14, 1963, № 7, стр. 355—357
ДК 655.52 : 536.423.16

INHALTSVERZEICHNIS

NURHAN TÂNET: **Ostrakoden und Silur-Konodaten in der Bohrung von Vorona** 325–332

N. GRIGORAȘ, I. PETRIȘOR, E. HRISTESCU și U. SULUTIU: **Beitrag zur Erfassung der Regeln über die Verteilung der Erdöl- und Gaslagerstätten in der Vorkarpathischen Niederung der RVR** 333–340

GH. PACOSTE, I. CRIVĂT und GH. METINCU: **Die Ergebnisse der gesteuerten Turbobohrung in der RVR** 341–346

B. DANILOV, M. CRISTESCU, C. DIMA, A. MITACU und I. STAN: **Das Verhalten einiger aus naphtenischen Erdölen gewonnenen Ölfraktionen gegenüber Selektivlösungsmitteln** 347–354

R. TUNESCU: **Ein neues Verfahren zum Aufzeichnen der Gleichgewichts-Verdampfungskurve durch Berechnung** 355–357

M. BORU und A. FORJE: **Betrachtungen über die Zulässigkeitskriterien bei den Verschweissungen der Rohrleitungen auf Grund der Kontrolle mittels Kernstrahlungen** 358–362

T. HĂNCIULESCU und C. POPESCU: **Über den Komplexitätsgrad der Raffinerien** 363–369

TECHNISCHE INFORMATIONEN 370

WIRTSCHAFTLICHE INFORMATIONEN 371

DOKUMENTATION 371–372

NURHAN DÂNET: **Ostrakoden und Silur- Konodaten in der Bohrung von Vorona**

Der vorliegende Aufsatz bezieht sich auf den Mikrofossiliengehalt eines Bohrkerns von 90 Vorona im Nordteil der Moldauischen Plattform südlich von Botoșani. Das analysierte Material aus dieser Sonde besteht aus einem organischen Kalkstein mit einem fortgeschrittenen Diagenesegrad. Der Mikrofossilgehalt wurde durch chemische Zersetzung mit Essigsäure ermittelt. Dabei wurden 18 Arten von Ostrakoden und 8 Arten von Konodaten festgestellt. Ausserdem wurden Krinoid Entroce, Tabulatenteilchen aus der Familie der Favositae und Gasteropodenabdrücke identifiziert

Durch die Bestimmung der Formen in der Zusammensetzung der Konodaten und Ostrakoden wurde das Alter des aus einer Tiefe von 800–801 m entnommenen Bohrkerns auf das mittlere Silur geschätzt.

Petrol și Gaze 14, H. 7, 1963, S. 325–332
D.K. 622.24 : 550.8

M. BORU und Al. FORJE: **Betrachtungen über die Zulässigkeitskriterien bei den Verschweissungen der Rohrleitungen auf Grund der Kontrolle mittels Kernstrahlungen.**

Der Aufsatz enthält zunächst die Ergebnisse der mechanischen Laboratoriumsprüfungen der Verschweissungen an den Rohrleitungen, wobei in erster Reihe der Einfluss der undringabaren Fehler untersucht wurde. Sodann werden auch Betrachtungen über andere Fehler gemacht, die gewöhnlich bei Rohrverschweissungen eintreten, wonach die Zulässigkeitsbedingungen für Schweissfehler vorgeschlagen werden.

Petrol și Gaze 14, H. 7, 1963, S. 358–362
D.K. 621.643 : 621.791 : 539.166

N. GRIGORAȘ, I. PETRIȘOR, E. HRISTESCU und U. SULUTIU: **Beitrag zur Erfassung der Regeln über die Verteilung der Erdöl-und Gaslagerstätten in der Vorkarpathischen Niederung der RVR.**

Nach einigen Betrachtungen über die Bedingungen unter welchen innerhalb der Vorkarpathischen Niederung Rumäniens die Bildung und Verbreitung von Erdöl- und Gaslagerstätten erfolge, werden die Regeln ihrer Verteilung hervorgehoben.

a) die Gehörigkeit der Gaslagerstätten in sedimentären Formationen

b) die lineare Anordnung der Gaslagerstätten in Konkordanz mit den Strukturlinien

c) der strukturelle Typ von Fallen und die tektonische Abschirmung für die meisten Gaslagerstätten,

d) die Verteilung der reich oder arm an gelösten Gasen, im Verhältnis zur Tiefe beziehungsweise zum Alter der Formationen.

Petrol și Gaze 14, H. 7, 1963, S. 333–340
D.K. 553.981 : 981 665.5

R. TUNESCU: **Ein neues Verfahren zum Aufzeichnen der Gleichgewichts-Verdampfungskurve durch Berechnung.**

Es wurde ein Verfahren zur Berechnung der in den Achsen: Verdampfungsprozent-Temperatur, gezogenen Gleichgewichts-Verdampfungskurve, der TSP Kurve ermittelt, das sich von den bisher angewandten empyrischen Verfahren grundsätzlich unterscheidet.

Der Verfasser geht von der Idee aus, auf der Standardkurve zwei entsprechend gewählte Schlüsselkomponenten zu bestimmen, deren durch gegenseitigen Einfluss veränderte durchschnittliche Siedepunkte, die Ausgangspunkte für das Aufzeichnen der Gleichgewichts-Verdampfungskurve darzustellen vermögen.

Petrol și Gaze 14, H. 7, 1963, S. 355–357
D.K. 665.52 : 536.423.16

SOMMAIRE

NURHAN DĂNET : **Ostracodermes et conodonts siluriens dans le forage de Vorona** ..... 325 – 332

N. GRIGORAȘ, I. PETRIȘOR, E. HRISTESCU et U. SULUȚIU : **Contributions à la connaissance des lois de la répartition des gisements de pétrole et de gaz de la Dépression précarpatique, sur le territoire de la R.P.R.** ..... 333 – 340

GH. PACOSTE, I. CRIVĂȚ et GH. METINCU : **Les résultats du turbo-forage dirigé, dans la R.P.R.** 341 – 346

B. DANILOV, M. CRISTESCU, C. DIMA, A. MITACU et I. STAN : **Le comportement des fractions d'huile issues d'un pétrole brut naphténique à l'égard de certains solvants sélectifs** ..... 347—354

R. TUNESCU : **Une nouvelle méthode de tracer par calcul la courbe de vaporisation à l'équilibre** ..... 355 – 357

M. BORU et A. FORJE : **Considérations sur les critériums d'admissibilité concernant les systèmes d'assemblage des conduites principales, à l'aide du controle aux radiations atomiques** ..... 358 – 362

T. HĂNCIULESCU et C. POPESCU : **Le degré de complexité des raffineries** ..... 363 – 369

INFORMATIONS TECHNIQUES 370

INFORMATIONS ÉCONOMIQUES 371

DOCUMENTATION ..... 371 – 372

NURHAN DĂNET : **Ostracodermes et conodonts siluriens dans le forage de Vorona**

Le présent ouvrage concerne le matériel microfossile obtenu de la carotte mécanique de 90 Vorona, située dans la partie nord de la Plate-forme Moldave, au sud de Botoşani. Le matériel analysé est constitué d'un calcaire organogène présentant un degré très avancé de diagenèse. Le contenu microfossile a été obtenu par la désagrégation chimique à l'acide acétique.

On a obtenu 18 espèces d'ostracodermes et 8 espèces de conodonts et identifié en outre des entroques de crinoïdes, des fragments de Tabulata représentant la sous-famille des Favositinae, des moulages de gastéropodes.

La détermination spécifique des formes associées d'ostracodermes et conodonts attribue l'âge silurien moyen à la carotte retirée à une profondeur de 800—801 m.

Petrol şi Gaze 14, nr. 7, 1963, p. 325 – 332
C.D. 622.24 : 550.8

N. GRIGORAȘ, I. PETRIȘOR E. HRISTESCU et U. SULUȚIU : **Contributions à la connaissance des lois de la répartition des gisements de pétrole et de gaz de la Dépression précarpatique sur le territoire de la R.P.R.**

Après quelques considerations sur les conditions de formation des gisements de pétrole et de gaz dans la dépression précarpatique, on met en évidence les principales lois de leur distribution : (a) l'appartenance des gisements seulement aux formations sédimentaires ; (b) la répartition linéaire des gisements selon les lignes structrales majeures ; (c) le type structural de trappe et l'écranage tectonique pour la plupart des gisements ; (d) la répartition des gisements de pétrole, riches ou pauvres en gaz dissous, conformément à la profondeur, respectivement à l'âge des formations.

Petrol şi Gaze 14, nr. 7, 1963, p. 333 – 340
C.D. 553.981.982 : 665.5

M. BORU et Al. FORJE : **Considérations sur les critériums d'admissibilité des joints soudés dans les conduites principales basés sur le controle aux radiations atomiques.**

Les auteurs discutent les résultats obtenus au cours des essais mécaniques de laboratoire, concernant les joints soudés des conduites magistrales, étudiant plus particulièrement l'influence des défauts de non-pénétration. Ils font ensuite des considérations sur d'autres défauts spécifiques des joints soudés et proposent les conditions d'admissibilité des défauts de soudure.

Petrol şi Gaze 14, nr. 7, 1963, p. 358 – 362
C.D. 621.643 : 621.791 : 539.166

R. TUNESCU : **Une nouvelle méthode de tracer par calcul la courbe de vaporisation à l'équilibre.**

On a élaboré une méthode pour le calcul de la courbe VE, tracée dans les axes de coordonnées % vaporisés — température, à partir de la courbe PRF, qui diffère fondamentalement des méthodes empiriques utilisées jusqu'à présent.

L'idée fondamentale a été de fixer sur la courbe de référence deux composants-clef, convenablement choisis, dont les températures moyennes d'ébullition modifiées, en raison de leur influence réciproque, représentent des points à l'aide desquels on puisse tracer la courbe VE.

Petrol şi Gaze 14, nr. 7, 1963, p. 355 – 357
C.D. 665.52 : 536.423.16.

CONTENTS

NURHAN DĂNET: **Silurian ostracoderms and conodonts in the Vorona drilling** 325–332

N. GRIGORAȘ, I. PETRIȘOR, E. HRISTESCU and U. SULUȚIU: **A contribution to the knowledge of the distribution laws of oil and gas deposits throughout the pre-Carpathian depression on the R.P.R. territory** 333–340

GH. PACOSTE, I. CRIVĂȚ and GH. METINCU: **The results of directional turbine drilling in the R.P.R.** 341–346

B. DANILOV, M. CRISTESCU, C. DIMA, A. MITACU and I. STAN: **The behaviour of oil fractions resulting from a naphtenic oil towards some selective solvents** 347–354

R. TUNESCU: **A new method of tracing the equilibrium vaporization curve by means of calculus** 355–357

M. BORU and A. FORJE: **Considerations on the admissibility criteria concerning the joining systems in main lines by means of atomic radiation control** 358–362

T. HĂNCIULESCU and C. POPESCU: **The complexity degree of refining plants** 363–369

TECHNICAL NEWS 370

ECONOMIC INFORMATIONS 371

DOCUMENTATION 371–372

NURHAN DĂNET: **Silurian ostracoderms and conodonts in the Vorona drilling.**

This paper concerns the microfossil elements obtained from the mechanical core extracted at 90 Vorona in the Northern part of the Moldavian Platform southwards of Botoshani. The material analysed consists of organogen limestone in a late stage of diagenesis. The microfossil content was obtained by chemical disintegration with acetic acid. In addition to 18 ostracoderm species and 8 conodont species, the material obtained included crinoid entroces, tabulate fragments representing the Favositinae subfamily, gasteropode moulds.

It is concluded from the specific determination of associated forms of condonts and ostracoderms that the core extracted from a depth of 800–801 m is of medium Silurian age.

Petrol și Gaze 14, nr. 7, 1963, p. 325–332
DC 622.24 : 550.8

M. BORU and Al. FORJE: **Considerations on the admissibility criteria concerning the joining systems in main lines by means of atomic radiation control.**

The results are given of mechanical laboratory tests concerning welded joints in main pipe lines, particular stress being placed on non-penetration defects. Some considerations are then made on other defects specific to welded joints in main pipe lines and some admissibility criteria proposed for welding defects.

Petrol și Gaze 14, nr. 7, 1963, p. 358–362
CD 621.643 : 621.791 : 539.166

N. GRIGORAȘ, I. PETRIȘOR, E. HRISTESCU and U. SULUȚIU: **A contribution to the knowledge of the distribution laws of oil and gas deposits throughout the pre-Carpathian Depression on the R.P.R. territory.**

After some considerations concerning the formation conditions of oil and gas deposits in the pre-Carpathian Depression, one emphasizes their main distribution laws : (a) the dependence of deposits on sedimentary formations ; (b) the linear disposition of deposits according to major structural lines ; (c) the structural trap type and tectonic screening for most deposits ; (d) the distribution of oil deposits rich or poor in dissolved gas according to the depth and age of formations respectively.

Petrol și Gaze 14, nr. 7, 1963, p. 333–340
D C. 553.981.981.665.5

R. ȚUNESCU: **A new method of tracing the equilibrium vaporization curve by calculus.**

A new method has been worked out for the calculus of the VE curve traced along the coordinate axes % vaporized elements-temperature, starting from the PRF curve. This method is fundamentally different from the empirical methods used as yet. The basic idea was to fix on the reference curve two adequately chosen key components, whose average boiling temperatures modified in view of their reciprocal influence might represent useful points in tracing the VE curve.

Petrol și Gaze 14, nr. 7, 1963, p. 355–357
C.D. 665.52 : 536.423.16

CHIMIMPORT

State Enterprise for Foreign Trade
Bd. Republicii no. 10 • Telex no. 215

P. O. Box 525 – Telephone no.: 16.08.36
Telegraphic Adress: „CHIMIMPORT" Bucharest

Sole exporters in Rumania for:

Inorganic Chemical products

Chloro-sodium products, calcium carbide, sodium bichromate, carbon-black, sodium bicarbonate, etc.

Organic chemical products

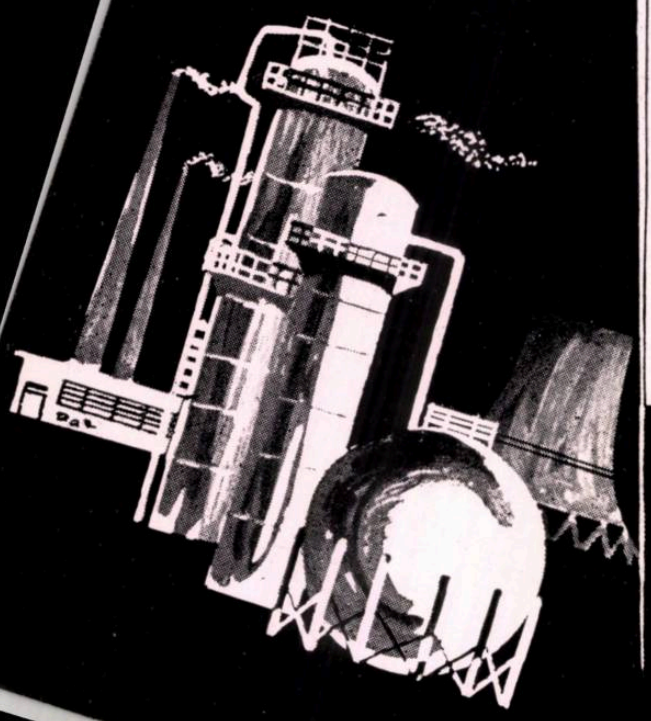
formic acid, oxalic acid, aromatic hydrocarbides, phenol, intermediates for dyestuffs, solvents, organic dyestuffs, polyvinyl chloride, lacquers and paints, bleached reed pulp, synthetic rubber, reclaimed rubber, petroleum jelly and white oils, castor oil, synthetic detergents, chlorinated insecticides, essential oils, etc.

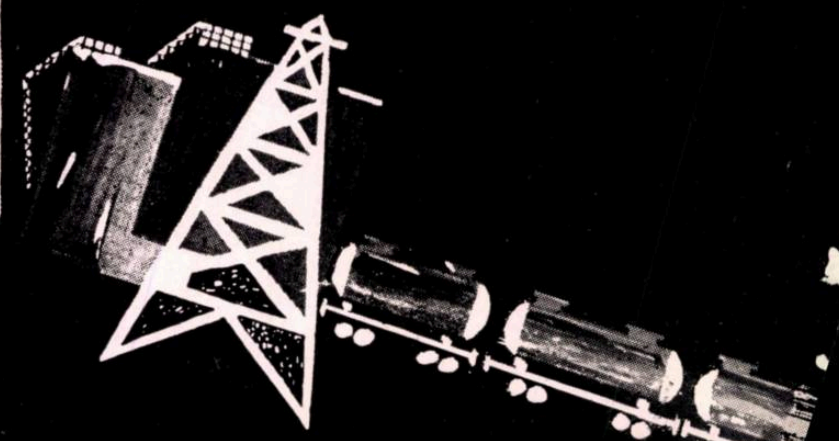
Pharmaceutical substances and medicines
Chemical Reagents
Cosmeticals and perfumery

Importers of:

various organic and inorganic chemical products, fertilizers, natural and synthetic rubber, auxiliaries for the textile, leather and rubber industries, pesticides, technical animal and vegetable oils, pigments, natural and synthetic resins, cosmetics, organic dyestuffs, inks, etc.

CHIMIMPORT BUCUREȘTI





petrol și gaze

ANUL XIV Nr. 7 IULIE 1963
ORGAN AL MINISTERULUI INDUSTRIEI PETROLULUI ȘI CHIMIEI ȘI AL CONSILIULUI NAȚIONAL AL INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN R. P. R.

Ostracode și conodonte siluriene în forajul de la Vorona (Platforma Moldovenească)

Ing. NURHAN DĂNEȚ

Întreprinderea de laboratoare geologice-M.I.P.C.

În ultimii ani forajele de explorare din Platforma Moldovenească și Platforma Moezică au traversat frecvent formațiuni mai vechi decît cele mezozoice, ridicînd astfel probleme importante în legătură cu stabilirea vîrstei și a pespectivelor petroliere la adîncime.

Extinderea cercetărilor în domeniul micropaleontologic la formațiuni paleozoice a devenit astfel o necesitate indiscutabilă. Lucrarea de față face parte din seria acestor cercetări și se referă la conținutul microfosil obținut din carota mecanică de la sonda 90 Vorona, situată în partea de nord a Platformei Moldovenești, la sud de Botoșani.

Din datele de foraj reiese că în fundamentul Platformei Moldovenești depozitele siluriene (sens larg) sînt dispuse peste un fundament precambrian sau cambrian (?) și au o dezvoltare importantă, fiind acoperite discordant de formațiuni mezozoice. Silurianul este reprezentat printr-un complex litologic, în care predomină argile șistoase și calcare de culoare negricioasă. Subordonat, apar intercalații de marne, gresii și dolomite. Acest complex este fosilifer. În forajele executate anterior au fost determinate macrofosile care atestă cu certitudine vîrsta siluriană.

Forajul la care ne referim a străbătut de sus în jos depozite miocene, reprezentate prin sarmațian, buglovian și tortonian, depozite cretacice, jurasice (dogger ?), intrînd la adîncimea de 617 m în depozite paleozoice.

MATERIALUL ANALIZAT

Carota mecanică cu conținut micropaleontologic din forajul de la sonda 90 Vorona este constituită dintr-un calcar organogen negricios și provine de la adîncimea de 800 —801 m.

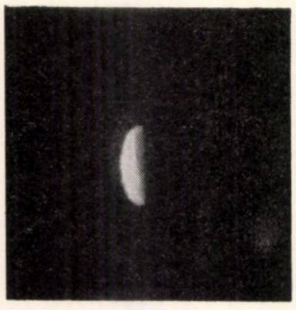
Existența microfosilelor, dovedită inițial prin secțiuni subțiri, a dus la necesitatea dezagregării chimice în vederea obținerii, prin detașare din rocă, a formelor respective. Această operație a fost impusă de gradul înaintat de diageneză sub care se prezintă rocile. Într-o primă fază s-au experimentat mai multe metode (prin tratare cu HF, HCl, HNO_3) cu rezultate în general nesatisfăcătoare. În ultima fază s-a utilizat CH_2COOH, și rezultatele obținute pînă în prezent în realizarea preparatelor cu microorganisme din depozitele paleozoice confirmă că această metodă de dezagregare este cea mai indicată.

Microfosilele obținute aparțin subclasei *Ostracode* și grupului *Conodonte*.

1a

3a

3b



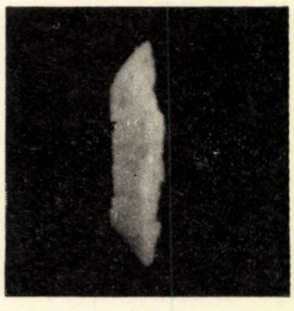
1b

4a

4b

2a

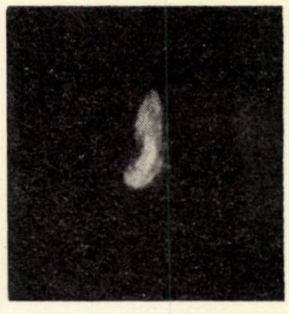
5a



5b

2b

6a



6b

Planşa 1.

Fig. 1. *Bythocypris acina* Jones 1887 (×42):
a – vedere laterală; – *b* vedere marginală.

Fig. 2. *Bythocypris holli* Jones 1887 (×42):
a – vedere laterală; *b* – vedere marginală.

Fig. 3. *Bythocypris*? *botelloides* Jones 1887 (×42):
a – vedere laterală; *b* – vedere marginală.

Fig. 4. *Bythocypris*? cf. *B. botelloides* (×42) Jones 1887:
a – vedere laterală; *b* – vedere marginală.

Fig. 5. *Bythocypris berounensis* Boučcek şi Přibyl 1955 (×42)
a – vedere laterală; *b* – vedere marginală.

Fig. 6. *Cythere*? *subquadrata* Jones 1887 (×42):
a – vedere laterală; *b* – vedere marginală.

Pe lîngă aceasta au mai fost identificate: entroce de *Crinoide*, fragmente de tabulaţi reprezentînd subfamilia *Favositinae* şi mulaje de gasteropode.

Descrieri

Phylum Arthropoda — clasa *Crustacea* — subclasa *Ostracoda.*

Bythocypris acina Jones 1887 (pl. 1, fig. 1 *a* şi *b*).

Descriere: Carapace mică, aproape ovală. Posterior arcuită, mai înaltă pe marginea dorsală şi pe marginea posterodorsală. Frontal este contractată astfel încît se proiectează capătul subţire ca o pară. În vedere unghiulară ovală cu capetele ascuţite.
Proporţii: Lungimea valvei 11 mm. Înălţimea 7 mm. Grosimea valvelor 5 mm.
Frecvenţă: Rar.
Preparat: colecţia I. L. Geo. T 142-A-32.

Bythocypris? botelloides Jones 1887 (pl. 1, fig. 3 *a* şi *b*).

Descriere: Aproape oval convex subcilindric. Marginile inferioară şi superioară paralele. Capetele aproape egal rotunjite. Vedere marginală lung ovală. Vedere finală rotundă.
Proporţii: Lungimea valvei 26 mm. Înălţimea 12 mm. Grosimea 12 mm.
Frecvenţă: Frecvent.
Preparat: colecţia I. L. Geo. T. 142-A-36, 27, 28, 33.

Bythocypris? cf. *B. botelloides* Jones 1887 (pl. 1, fig. 4 *a* şi *b*).

Observaţii: Exemplare asemănătoare cu *B. botelloides* însă, în vedere dorsală, are conturul ascuţit oval. Aceasta poate fi o caracteristică sexuală, nu o variaţie a speciei.
Frecvenţă: Frecvent.
Preparat: colecţia I. L. Geo. T. 142-A-37, 17.

Bythocypris berounensis Boučcek şi Přibyl 1955 (pl. 1, fig. 5 *a* şi *b*).

Descriere: Carapace reniformă, alungită, cu înălţimea maximă în partea mediană. Marginea dorsală convexă se reduce treptat şi asimetric spre extremităţi. Marginea ventrală uşor curbată spre interior. Suprafaţa carapacei este complet netedă.
Proporţii: Lungimea valvei 30 mm. Înălţimea 19 mm. Grosimea 14 mm. Indicele lungime-înălţime variază între 6,5.3,8 şi 4 adică aproximativ 6.4.
Frecvenţă: Rar.
Preparat: colecţia I. L. Geo. T. 142-A-12.

Bythocypris holli Jones 1887 (pl. 1, fig. 2 *a* şi *b*).

Descriere: Carapace convexă, netedă, reniformă, aproape semicirculară pe spate şi uşor sinuoasă pe partea inferioară. Vedere laterală subţiat ovală.
Proporţii: Lungimea valvei 21 mm. Înălţimea 12 mm. Grosimea 9 mm.
Frecvenţă: Moderat.
Preparat: colecţia I. L. Geo. T. 142-A-10.

Bythocypris phaseolus Jones 1887 (pl. 3, fig. 5 *a* şi *b*).

Descriere: Carapace scurtă, înaltă, oarecum ovală, arcuită dorsal în zona ţîţînei şi aproape dreaptă în partea de jos. Aplatisată în părţi şi pronunţat curbată la extremităţile aproape egale. Sensibil reniformă.
Proporţii: Lungimea valvei 17 mm. Înălţimea 10 mm. Grosimea 5,5 mm.
Frecvenţă: Rar.
Preparat: colecţia I. L. Geo. T. 142-A-1.

Bythocypris pustulosa Jones 1887 (pl. 2, fig. 1 *a*, *b*, şi *c*).

Descriere: Carapace foarte conxexă, ovală, oblongă, arcuită îngust. Una dintre extremităţi mai mult rotunjită, frontal turtită. Valva dreaptă este răsfrîntă (acoperă pe cealaltă). În vedere dorsală ascuţit ovală. Suprafaţa valvelor are pustulozităţi (spoturi).
Proporţii: Valva dreaptă: lungimea 32 mm, înălţimea 16,5 mm. Valva stîngă: lungimea 29 mm, înălţimea 16,5 mm. Carapace: grosimea 15 mm.
Frecvenţă: Moderat.
Preparat: colecţia I. L. Geo. T. 142-A-25.

Bythocypris symetrica Jones 1887 (pl. 3, fig. 6 *a* şi *b*).

Descriere: Carapace netedă, oval-ovoidă. În vedere marginală uniform îngustă şi subovoidă.
Proporţii: Lungimea valvei 21 mm. Înălţimea 10,5 mm. Grosimea 8,5 mm.
Frecvenţă: Frecvent.
Preparat: colecţia I. L. Geo. T. 142-A-7, 4.

? Cythere grayana Jones 1879 (pl. 2, fig. 3 *a* şi *b*).

Descriere: Valve aproape ovale cu margini rotunjite, dorsal foarte uşor arcuite, cu marginea ventrală uşor curbată în interior. Suprafaţa foarte convexă. Pe aceste specimene apare o slabă elevaţie submediană, circumscrisă cu adîncitură slabă în faţă.
Frecvenţă: Rar.
Preparat: colecţia I. L. Geo. T. 142-A-9.

Cythere ? subquadrata Jones 1887 (pl. 1, fig. 6 *a* şi *b*).

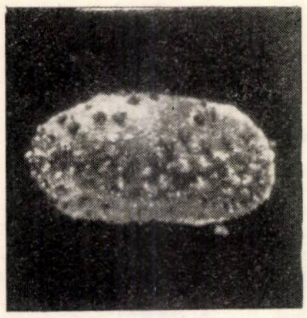
Descriere: Carapace înaltă şi scurtă, subovală, cu extremităţi inegal rotunjite şi înalte. Una dintre extremităţi comprimată.
Proporţii: Lungimea valvei 14 mm. Înălţimea 8,5 mm. Grosimea 6 mm.
Frecvenţă: Rar.
Preparat: colecţia I. L. Geo. T. 142-A-16.

Cytherella smithi Jones 1887 (pl. 2, fig. 2 *a*, *b* şi *c*).

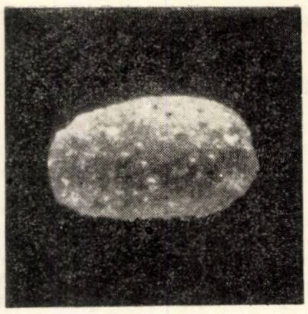
Descriere: Specimene mici, cu valve netede, contur suboval şi subovoid. În vedere marginală unele specimene prezintă o adîncitură obişnuit centrală.
Proporţii: Lungimea valvei 17 mm. Înălţimea 10 mm. Grosimea 8 mm.
Frecvenţă: Rar.
Preparat: colecţia I. L. Geo. T. 142-A-31, 41, 14 b.

Eurychilina inexpectata Boučcek şi Přibyl 1955 (pl. 4, fig. 1 *a*, *b* şi *c*).

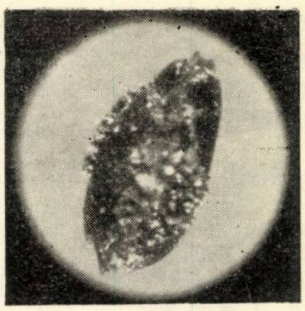
Descriere: Într-un contur lateral valvele sînt de formă semieliptică la semicirculară, cu o margine foarte lungă, dreaptă, sub un unghi obtuz. Marginea posterioară este mai joasă şi întîlneşte marginea dorsală într-un unghi apropiat de un unghi drept. Valva atinge înălţimea maximă în ultima parte a jumătăţii anterioare. Pe suprafaţa valvelor există la mijloc, sub marginea dorsală, un semisulcus bine perceptibil, curbat în faţă şi se extinde pînă la jumătate din înălţimea valvelor. Un tubercul vizibil, circular, stă în faţa semisulcusului. Acest tubercul este situat la marginea antero-



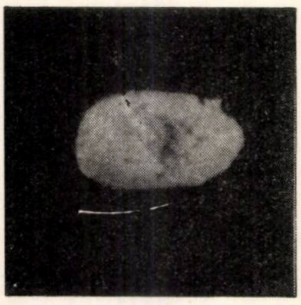
1a



1b



1c



2a

2b

2c

3a

4a

5a

3b

4b

5b

Planşa 2.

Fig. 1. *Bythocypris pustulosa* Jones 1887 (×42):
a – vedere laterală valva dreaptă; *b* – vedere laterală valva stîngă; *c* – vedere marginală.

Fig. 2. *Cytherella smithi* Jones 1887 (×42):
a – vedere laterală (exemplare diferite); *b* – vedere laterală; *c* – vedere marginală.

Fig. 3. *Cythere grayana* Jones 1879 (×42):
a – vedere laterală; *b* – vedere marginală:

Fig. 4. *Macrocypris elegans* Jones 1887 (×42):
a – vedere laterală; *b* – vedere marginală.

Fig. 5. *Macrocypris*? *novaki* Boŭcek şi Přibyl 1955 (×42):
a – vedere laterală; *b* – vedere marginală.

dorsală. Tivul începe la marginea anterodorsală. În partea anterioară a valvelor este mai lat, în general uniform dezvoltat şi se îngustează înspre marginea anterodorsală şi posteroventrală. Suprafaţa tivului este netedă. Suprafaţa valvelor este acoperită de o granulaţie fină.
Proporţii : Lungimea valvei cu tiv 44 mm. Înălţimea cu tiv 28 mm.
Frecvenţă : Rar.
Preparat : colecţia I. L. Geo. T. 142-A-24.

Macrocypris elegans Jones 1887 (pl. 2, fig. 4 *a* şi *b*).

Descriere : O carapace alungită, netedă, convexă, mai înaltă şi mai pronunţat rotunjită la una dintre extremităţi, dar la fel de comprimată la ambele capete. Valva dreaptă este mai mare decît cea stîngă şi o acoperă de jur împrejur. Marginea ventrală este sinuoasă. Vedere finală aproape rotundă.
Proporţii : Lungimea valvei 26 mm. Înălţimea 11 mm. Grosimea 11 mm.
Frecvenţă : Rar.
Preparat : colecţia I. L. Geo. T. 142-A-8.

Macrocypris? novaki Boučcek şi Přibyl 1955 (pl. 2, fig. 5 *a* şi *b*).

Descriere : Specia este caracterizată prin forma ovală alungită a carapacei şi cursul aproximativ drept al marginilor dorsale şi ventrale. Marginea anterioară larg rotunjită şi marginea posterioară obtuz ascuţită cu apexul aproximativ în mijlocul înălţimii valvei. Suprafaţa valvelor este netedă.
Proporţii : Lungimea valvelor 24 mm. Înălţimea 11 mm. Grosimea 9 mm. Raportul lungime/înălţime este de aproximativ 2/1.
Frecvenţă : Moderat.
Preparat : colecţia I. L. Geo. T. 142-A-2, 26, 30.

Octonaria octoformis, Jones var *simplex* Jones 1887 (pl. 3, fig. 1 *a* şi *b*).

Descriere : Carapace triunghiular reniformă cu vîrful platoului rotund pînă la oval. Cavitatea mediană ventrală are un promontoriu triunghiular.
Frecvenţă : Moderat.
Preparat : colecţia I. L. Geo. T. 142-A-34, 40.

Parahealdia? convexoris Swartz şi Whitmore (pl. 3, fig. 2 *a* şi *b*).

Descriere : Contur subreniform. Marginea dorsală pronunţat convexă, iar marginea ventrală aproape dreaptă. Capetele rotunjite subegal. Înălţimea este 2/3 din lungime. Valvele egale ca mărime. Suprafaţa valvei este moderat convex. Sulcusul median este cel mai lat spre partea ţiţînei, şi anume este aşezat între axul longitudinal şi marginea dorsală.
Proporţii : Lungimea valvei 24 mm. Înălţimea 16 mm. Grosimea 8 mm.
Frecvenţă : Rar.
Preparat : colecţia I. L. Geo. T. 142-A-16.

Primitia cf. *P. punctata* Jones 1887 (pl. 3, fig. 3 *a* şi *b*).

Descriere : Carapace lungă-ovală cu extremităţi aproape egal rotunjite, cu o vedere marginală aproape ovală. Suprafaţa valvelor prezintă o uşoară depresiune în formă de şa spre extremitatea posterioară.
Proporţii : Lungimea valvei 30 mm. Înălţimea 16 mm.
Frecvenţă : Rar.
Preparat : colecţia I. L. Geo. T. 142-A-17.

Schmidtella sp. (pl. 3, fig. 4 *a* şi *b*).

Descriere : Carapace mică subcirculară, marginea dorsală convexă, umbonată. Valva dreaptă uşor mai mare ca stînga. Ţiţîna dreaptă scurtă şi cu o articulaţie a valvelor slab scobită. Suprafaţa netedă. Ventral cu un şanţ submarginal.
Frecvenţă : Rar.
Preparat : colecţia I. L. Geo. T. 142-A-19.

Phylum Chordata — grupa *Conodontophoridia*

Se presupune că conodonţii ar reprezenta o grupă stinsă de organisme care n-au avut rude apropiate nici în viaţă, nici fosil. S-ar părea că aceştia au fost schelete spiculare interne ale unor chordate asemănătoare viermilor, a căror funcţiune este necunoscută pînă în prezent.
Aceste organisme, împreună cu ostracodele, reprezintă fosilele de ghidaj microscopice cele mai valoroase din paleozoicul inferior şi mediu.
Dintre conodonte se prezintă următoarele specii :

Acodus bicostatus n. sp. E. B. Branson 1933 c. (pl. 4, fig.2).

Descriere : Lamă uşor şi uniform curbată. Secţiunea transversală are la bază aproape forma unui triunghi scalen. Partea lată este transversală foarte uşor convexă. Muchia dorsală a lamei porneşte ca o carenă înaltă şi îngustă la o distanţă mică deasupra bazei pînă la jumătatea lungimii. Pe partea convexă o depresiune puţin adîncă merge paralel cu muchea frontală şi ajută la formarea, de-a lungul acesteia, a unei carene secunde.
Frecvenţă : Rar.
Preparat : colecţia I. L. Geo. T. 142-A-C_{16}.

Paltodus unicostatus Branson şi Mehl 1947 (pl. 4, fig. 3).

Descriere : Este curbat uniform de la bază pînă la vîrf şi se îngustează simetric la exterior. Face parte din conodonţii simpli asimetrici. Se observă o coastă laterală distinctă pornind de la rază şi se continuă pînă la vîrful rupt al specimenelor.
Frecvenţă : Frecvet.
Preparat : colecţia I. L. Geo. T. 142-A-$C_{20,13,15,21,18,19}$.

Paltodus multicostatus n. sp. E. B. Branson 1933 c (pl. 4, fig. 4).

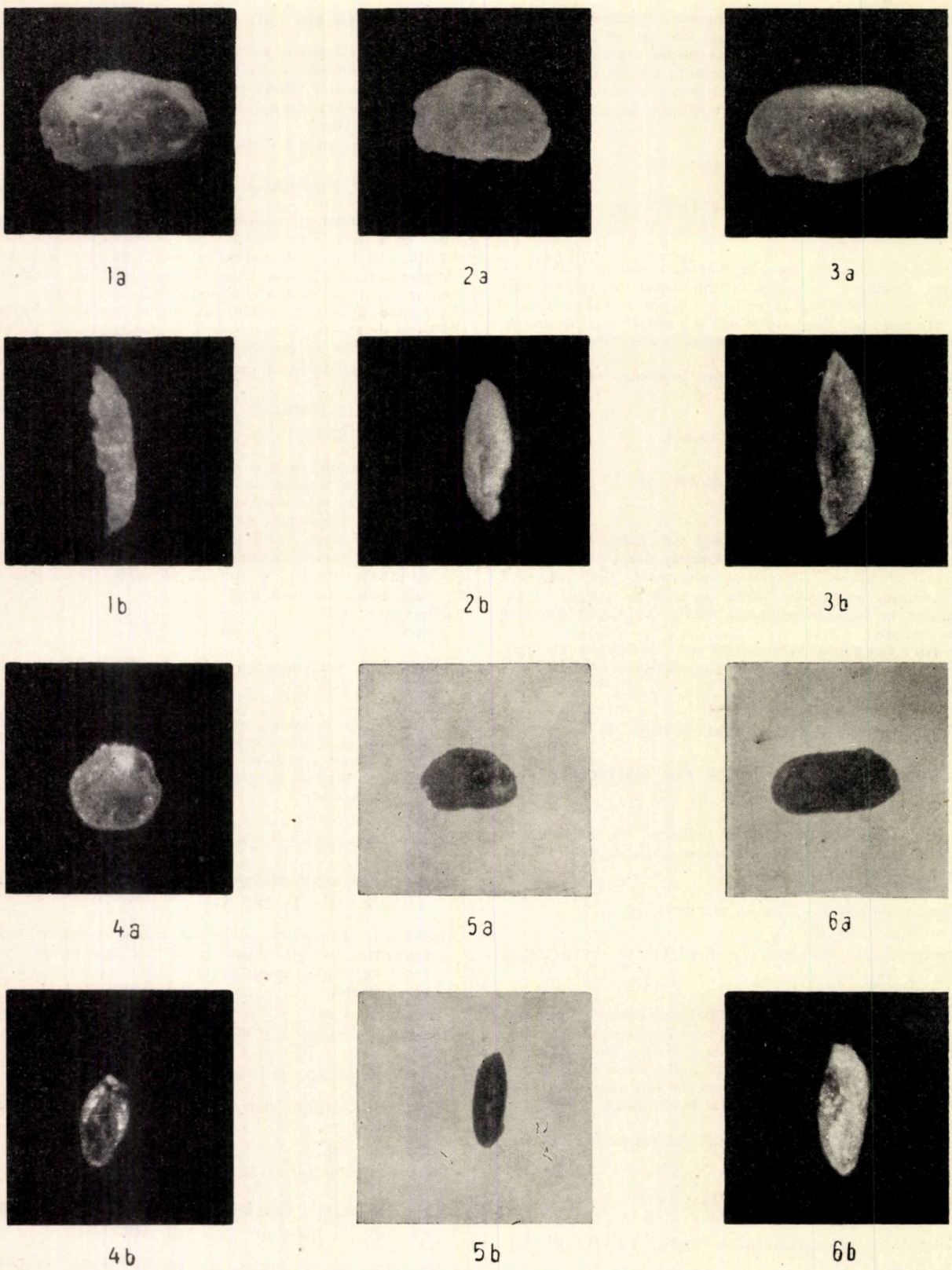
Descriere : În această specie sînt incluşi conodonţii simpli, asimetrici, curbaţi uniform de la bază pînă la vîrf. Se observă numeroase coaste pornind de la bază pînă n vîrful specimenelor.
Frecvenţă : Rar.
Preparat : colecţia I. L. Geo. T. 142-A-C_{17}.

Ozarkodina sp. (pl. 4, fig. 9).

Specimenele întîlnite sînt prea imperfecte pentru o descriere specifică.
Frecvenţă : Rar.
Preparat : colecţia I. L. Geo. T. 142-A-C_9.

Trichonodella (*Trichognathus*) *excavata* Branson şi Mehl 1933 c. (pl. 4, fig. 6).

Descriere : Braţele laterale sînt scurte, drepte, formînd un unghi de cca. 60°, în care loc se unesc cu denticulul principal, adînc striat în lungime, cu caneluri ce se continuă într-o excavare conică, dedesubtul denticulului apical. Denticulul principal este lung, cu o carenă mică pe partea dreaptă. Pe fiecare braţ se observă două sau mai multe denticule scurte, aplatisate discret.
Frecvenţă : Rar.
Preparat : colecţia I. L. Geo. T. 142-A-C_8.



Planşa 3.

Fig. 1. *Octonaria octoformis* Jones var *simplex* Jones 1887 (×42) :
a – vedere laterală; *b* – vedere marginală.

Fig. 2. *Parahealdia*? *convexoris* Swartz şi Whitmore (×42) :
a – vedere laterală ; *b* – vedere marginală.

Fig. 3. *Primitia cf. P. punctata* Jones 1887 (×42) :
a – vedere laterală ; *b* – vedere marginală.

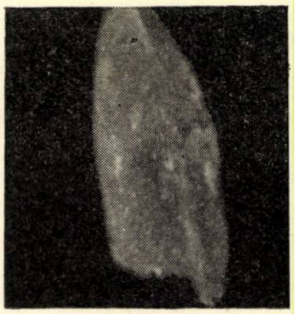
Fig. 4. *Schmidtella* sp. (×42) :
a – vedere laterală ; *b* – vedere marginală.

Fig. 5. *Bythocypris phaseolus* Jones 1887 (×42) :
a – vedere laterală ; *b* – vedere marginală.

Fig. 6. *Bythocypris symmetrica* Jones 1887 (×42) :
a – vedere laterală ; *b* – vedere marginală.

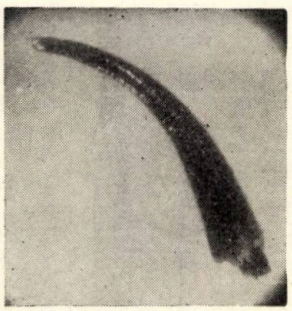
1a

1b

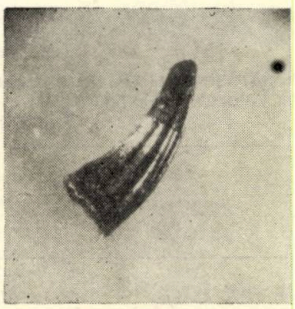


1c

2

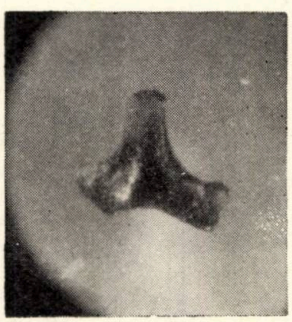


3

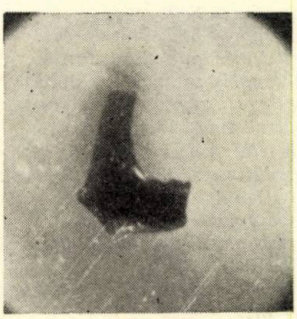


4

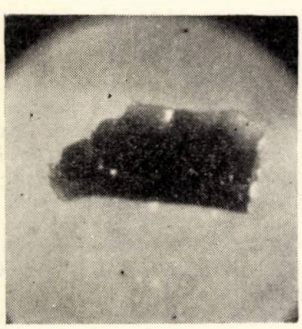
5



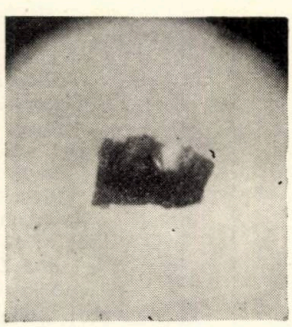
6



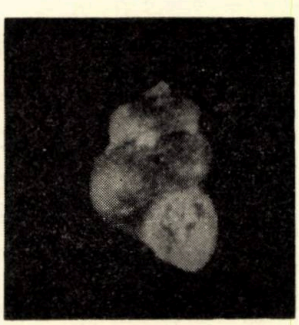
7



8



9



10

Planşa 4.

Fig. 1. *Eurychilina inexpectata* Boučcek şi Přibyl 1955 (×42): *a* – vedere laterală valva dreaptă; *b* – vedere laterală valva stîngă; *c* – vedere marginală.
Fig. 2. *Acodus bicostatus* n. sp. Branson E. B. 1933 c (×60).
Fig. 3. *Paltodus unicostatus* Branson şi Mehl 1947 (×60).
Fig. 4. *Paltodus multicostatus* n. sp. Branson E. B. 1933 c (×60).
Fig. 5. ? *Paltodus fragilis* n. sp. Branson şi Mehl 1933 c (×60).
Fig. 6. *Trichonodella* (*Trichognathus*) *excavata* Branson şi Mehl 1933 c (×60).
Fig. 7. *Prioniodus excavata* Branson şi Mehl 1933 c (×60).
Fig. 8. *Polygnathellus* sp. (×60).
Fig. 9. *Ozarkodina* sp. (×60).
Fig. 10. Mulaj gasteropode (×60).

CONCLUZII

Încercarea de corelare a formelor din asociația de mai sus cu cele din literatura de specialitate arată că 15 dintre speciile de ostracode întîlnite se găsesc în silurianul mediu (Wenlockian + Ludlovian) de asemenea și șase specii de conodonte. Două dintre speciile de ostracode și o specie de conodonte au o evoluție mai lungă. O specie de conodonte este citată în literatura de specialitate în siliurianul inferior.

Cum formele caracteristice sînt fosile cu evoluție scurtă ca timp, rezultă că și asociația microfaunistică prezentată, alcătuită de asemenea din forme cu evoluție redusă (tabela 1) este caracteristică, și anume reprezintă silurianul mediu.

Pe baza acestor precizări, în lucrările de prospecțiune și explorare, care se vor executa în viitor, vom avea mai mult posibilitatea de a identifica orizonturile stratigrafice existente în fundamentul Platformei Moldovenești și deci, de a stabili, pe bază științifică, evoluția sa paleogeografică, problemă de mare importanță în zonele de perspectivă petrolieră.

Tabela 1

ASOCIAȚIA MICROFAUNISTICĂ ÎNTÎLNITĂ ÎN CAROTA DE LA SONDA 90 VORONA ȘI RĂSPÎNDIREA EI ÎN SCARA STRATIGRAFICĂ CUNOSCUTĂ ÎN EUROPA ȘI AMERICA

Genuri și specii	Ordovician superior	Silurian			
		inferior	mediu		superior
			Wenl.	Ludl.	
Bythocypris acina Jones			×		
Bythocypris berounensis Boučcek Přibyl				×	
Bythocypris? *botelloides* Jones			×		
Bythocypris? cf. *B. botelloides* Jones			×		
Bythocypris holli Jones			×		
Bythocypris phaseolus Jones			×		
Bythocypris pustulosa Jones			×		
Bythocypris symmetrica Jones			×		
? *Cythere grayana* Jones	×				
Cythere? *subquadrata* Jones			×		
Cytherella smithi Jones		×	×	×	×
Eurychilina inexpectata Boučcek și Přibyl				×	
Macrocypris elegans Jones			×		
Macrocypris? *novaki* Boučcek și Přibyl				×	
Octonaria octoformis Jones var *simplex*			×		
Parahealdia? *convexoris* Swartz-Withmore				×	
Primitia cf. *P. punctata* Jones			×		
Schmidtella sp.	×	×	×	×	×
Acodus bicostatus n. sp. E. B. Branson			×	×	
Paltodus unicostatus Branson și Mehl			×	×	
? *Paltodus fragilis* n. sp. Branson și Mehl			×	×	
Paltodus multicostatus n. sp. E. B. Branson			×	×	
Polygnathellus sp.		×	×	×	×
Prioniodus excavata Branson și Mehl			×	×	
Ozarkodina sp.		×			
Trichonodella (*Trichognathus*) *excavata* Branson și Mehl.			×	×	

BIBLIOGRAFIE

[1] Branson, C. C. (1933), *Silurian conodont fauna.* În: Paleont. Zentrbl. **2**, nr. 5 p. 288.

[2] Branson, E. B. și Branson, C. C. (1947), *Lower silurian conodonts from* Kentucky. În: Jour. Pal. **21**. nr. 6. pl. 82.

[3] Branson și Mehl, M. G., (1933c) *Conodonts from the Bainbridge (Silurina) of Missouri.* În: Paleont. Zentrbl. **9** nr. 4 p. 232 –233.

[4] Branson, E. B., Mehl, M. G. și Branson C.C.(1951), *Richmond conodonts of Kentucky and Indiana,* In: Jour. Pal. **25**. 1–17 4 Taf. 2 Abb. 1 Tab. Menasha/Wis.

[5] Downs, H. R. și Youngquist, W. (1950), *Conodonts from the Cedar Falley limestone of Iowa.* În: Jour. Pal. **24**, 667–672 1 Taf. Menasha/Wis.

[6] Easton, W. H. (1960), *Invertebrate Paleontology.*

[7] Eller, E. R. (1946), *Conodonts as Paleozoic guide fosils.* În: Bull. Amer. Assoc. Petroleum Geologist **30** nr. 1 p. 93–110.

[8] Ellis Brooks F. și Messina Angelina (1952–1962), *Catalogue of Ostracoda.*

[9] Fay, R. O. (1952), *Cataloque of conodonts.* Univ. Kansas Paleont. Contr. Vertebrata art. 3. p. 1–206.

[10] Frederik, M. Swain (1962) *Early middle ordovician Ostracoda of the Eastern United States.* În: Jour. Pal. **36** nr. 4, p. 719.

[11] Frederik M. Swain, James, R. Cornell și Donald L. Hansen (1961), *Ostracoda of the famillies Aparchitidae, Aechiminidae, Leperdidellidae, Drepanellidae, Eurychinidae and Punctaparchitidae from the Decorah shale of Minnesota.* În: Jour. Pal. **35** nr. 2 p. 345–372. pl. 46–50.

[12] Furnisch, W. M. (1938), *Conodonts from the Praire du Chien (lower Ordovician) Beds of the upper Mississippi Valey.* În: Jour. Pal. **12** p. 318–340 2 Taf. 2 Abb. Menasha/Wis.

[13] Hessland, I. (1949), *Investigation of the lower Ordovician of the Silijan District, Sweden. I Lower Ordovician Ostracoda of the Siljan District Sweden.* În: Bull. Geol. Inst. **33** p.97–408 26 Taf. 3 Abb. Upssala.

[14] Lindström, M. (1954), *Conodonts from the lower most Ordovician strata of South-Central Sweden.* În: Geol. Fören Forch **76**, p. 515–604 6 Taf. 4 Abb. Stockholm.

[15] Ireland, H. A. (1958), *Microfauna of Wenlockian and Ludlovian Silurian beds inwestern England.* Geol. Soc. America Bull. **69**, nr. 12 pt. 2, p. 1 592.

[16] Polenova, E. N. (1952), *Ostracodî jivestkovo iarusa Russkoi platformî.* Mikrofauna S.S.S.R. **5**.

Contribuții la cunoașterea legilor de răspîndire a zăcămintelor de petrol și gaze din Depresiunea Precarpatică de pe teritoriul R.P.R.

Prof., dr. N. GRIGORAȘ,
ing. I. PETRIȘOR,
geol. E. HRISTESCU și
ing. U. SULUȚIU

Producția mondială de petrol se ridică pentru intervalul 1860 — 1960 la 17 miliarde t, iar cea de gaze naturale combustibile, la 6 400 miliarde m³. Importanța petrolului și gazelor în balanța energetică mondială a crescut de la 1,2%, în perioada 1860—1900, la 35,5%, în perioada 1950—1960.

Creșterea a înregistrat un ritm considerabil în ultimul deceniu, cînd s-au atins cifre de producție foarte mari : 1 052 milioane t petrol și 460 miliarde m³ gaze în 1960.

Necesitățile de energie bazată pe combustibili minerali fluizi sînt din ce în ce mai mari și reclamă din partea geologilor o preocupare tot mai susținută pentru descoperirea de mari rezerve de petrol și gaze. În realizarea acestui obiectiv, o importanță deosebită o are stabilirea legilor de răspîndire a zăcămintelor de petrol și gaze deja cunoscute. Stabilirea acestor legi permite orientarea lucrărilor geologice de prospecțiune și explorare către regiunile cu cele mai mari perspective și oferă astfel posibilitatea măririi eficienței lucrărilor geologice prin descoperirea de rezerve de hidrocarburi în timp mai scurt și cu cheltuieli mai reduse.

Referindu-ne la Republica Populară Romînă, este deja cunoscut faptul că în preajma celui de-al II-lea război mondial se punea foarte insistent în circulație teoria epuizării rezervelor de petrol și gaze din subsolul țării, iar războiul cu toate consecințele lui a dus la scăderea producției anuale pînă la un nivel care reprezenta mai puțin de jumătate din producția maximă atinsă între cele două războaie (8,7 mil. t în 1936 și 3,5 mil. t în 1944).

Naționalizarea principalelor mijloace de producție efectuată la 11 iunie 1948 a creat premisele unei refaceri reale în economia națională și, în mod special, în industria petrolului și gazelor naturale. Alături de vechile regiuni productive, s-au descoperit noi regiuni bogate în zăcăminte de petrol și gaze, iar producția anuală a crescut necontenit în cadrul economiei planificate. Lucrările de prospecțiune și explorare, însoțite paralel de o activitate de cercetare științifică, au permis pe de o parte dezvoltarea lucrărilor de exploatare, asigurîndu-se creșterea producției, iar pe de altă parte au asigurat creșterea corespunzătoare de rezerve descoperite, îmbunătățindu-se continuu coeficientul anual de consum al rezervelor. Creșterea producției de petrol și gaze în R.P.R. este arătată în diagrama din figura 1.

Datele obținute de pe urma activității geologice din cadrul economiei planificate au contribuit în mod substanțial la îmbogățirea cunoștințelor noastre în legătură cu formarea și

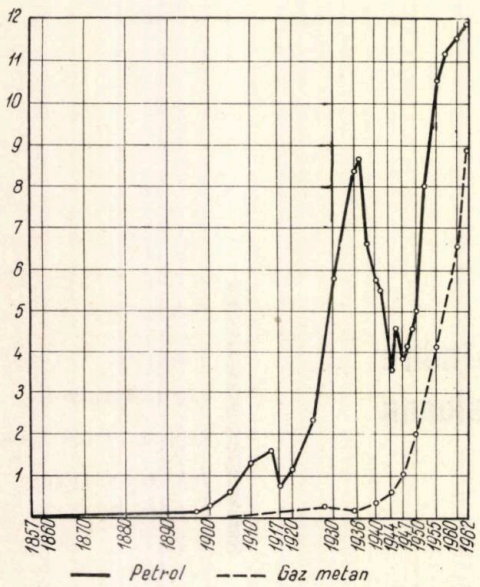


Fig. 1. Extracția de petrol și de gaz metan în Romînia.

răspîndirea zăcămintelor de petrol și gaze pe teritoriul R.P.R.

În cele ce urmează vom prezenta cîteva considerații privind formarea și răspîndirea zăcămintelor de hidrocarburi din cuprinsul Depresiunii Precarpatice, încercînd a stabili în același timp și cîteva legi urmate de aceste zăcăminte în distribuția lor, în funcție de anumite criterii geologice.

Definită ca unitate structurală independentă, Depresiunea Precarpatică corespunde cu întreaga zonă depresionară cuprinsă între sîmburele cristalino-mezozoic al lanțului carpatic și platformele din față, începînd de la frontiera de nord a țării pînă în Valea Dunării. Se consideră că ea a început să se formeze cel mai tîrziu în orogeneza hercinică, ca un element necesar intermediar între lanțul muntos schițat embrionar poate chiar din orogeneza caledoniană și platformele din fața acestui lanț muntos. Evoluția ei s-a desfășurat paralel cu evoluția lanțului carpatic. Nucleele de ridicare mai activă ale sîmburelui cristalin au determinat o sedimentare mai intensă în fosele corespunzătoare din față. În triasic și jurasic mișcarea de ridicare a avut loc lent, permițînd depunerea unor formațiuni carbonatate în zona de țărm; începînd cu cretacicul, în lungul Carpaților se stabilește un regim de mișcări oscilatorii repetate ritmic, creîndu-se astfel condițiile pentru depunerea formațiunilor de fliș și de molasă. Pe măsura ridicării flancului intern al depresiunii din fața Carpaților, apele invadau mereu continentul din față, iar zona de maximă adîncime a bazinului de sedimentare respectiv se deplasa spre exterior, acoperind treptat versantul din ce în ce mai scufundat al platformelor din față. Fundamentul Depresiunii Precarpatice apare astfel alcătuit dintr-un sector intern, cutat și recutat în diferite faze de orogeneză aparținînd zonei de geosinclinal și un sector extern, cutat numai în precambrian, aparținînd versantului scufundat al platformelor.

Grosimea maximă a sedimentului în Depresiunea Precarpatică pare a fi realizată în zona de curbură a Carpaților, în regiunea Focșani—Buzău unde, după determinările efectuate pe bază de seismologie, ea atinge 30 km. Pentru această regiune, observațiile de suprafață arată într-adevăr că numai depozitele pliocenului depășesc 10 000 m. Zona de maximă îngroșare a depozitelor din Depresiunea Precarpatică apare indicată de zona de minim gravimetric regional de pe aliniamentul R. Vîlcea—Vălenii de Munte—Focșani—Tg. Ocna. Este de așteptat ca în zona de maximă adîncime a depresiunii să existe o serie sedimentară mai completă, în general cu continuitate de sedimentare între diferitele formațiuni, în timp ce pe marginea internă sau cea externă a sa anumite lacune și discordanțe observate reprezintă consecințele diferitelor faze de cutare manifestate mai intens în zona de geosinclinal și resimțite în mai mică măsură și în zonele de platformă.

CONDIȚII GEOLOGICE FAVORABILE FORMĂRII ZĂCĂMINTELOR DE PETROL ȘI GAZE

Mișcările tectonice manifestate în cuprinsul Depresiunii Precarpatice au determinat în final și caracterele faciale ale formațiunilor sedimentare : în zonele de maximă adîncime s-au depus formațiuni predominant pelitice, iar în zonele de shelf s-au depus formațiuni predominant psamitice sau psefitice terigene ori formațiuni carbonatate. Condițiile de dezvoltare a vieții animale și vegetale, precum și condițiile de sedimentare și transformare a materiei organice, în legătură cu tipurile de formațiuni menționate în zonele adînci sau de shelf ale bazinului de sedimentare precarpatic, au determinat caracterul de serii bituminoase sursă, bogate în roci-mamă, și de serii productive, bogate în roci colectoare și de protecție. Ținînd seama de istoria dezvoltării geologice a Depresiunii Precarpatice, admitem că cele mai importante *serii bituminoase sursă* (*roci-mamă*) pentru formarea cantităților industriale de hidrocarburi acumulate în zăcăminte au existat în permian, în jurasicul inferior și mediu, în cretacicul inferior, în oligocen și în tortonian. Rocile-mamă din alcătuirea acestor serii bituminoase sînt aproape exclusiv de tipul rocilor argiloase și silicioase; existența unor roci-mamă calcaroase ar putea fi presupusă, cu caracter local, în permian.

Rocile colectoare întîlnite în cuprinsul Depresiunii Precarpatice sînt de tipul granular, şi anume nisipuri, gresii, conglomerate mărunte sau marne foarte nisipoase. Roci colectoare de tipul compact propriu-zis nu au fost pînă acum întîlnite în Depresiunea Precarpatică; sînt totuşi considerate parţial cu caracter compact depozitele de la partea superioară a oligocenului din zona flişului din Moldova (seria de tranziţie), alcătuite în cea mai mare parte din menilite, argile silicifiate şi intercalaţii subţiri de Kliwa, străbătute de numeroase fisuri.

Vîrsta celor mai cunoscute roci colectoare din Depresiunea Precarpatică este terţiară: gresia de Tarcău în eocen, gresia de Kliwa în oligocen, gresii, nisipuri şi conglomerate mărunte în burdigalian superior — helveţian inferior (strate de Teţcani), nisipuri şi gresii în sarmaţian, meoţian, ponţian, dacian şi chiar levantin.

tipurile *structurale*, de unde şi explicaţia faptului că în literatura geologică românească, de altfel ca şi în literatura geologică mondială, teoria „anticlinală" a fost considerată multă vreme ca reprezentînd unica soluţie în formarea zăcămintelor de petrol şi gaze.

În Depresiunea Precarpatică există cele mai variate forme structurale. Zona flişului este caracterizată printr-o structură în pînze al căror autohton este adesea puternic cutat şi faliat, în forme structurale descrise sub denumirea de „solzi" (fig. 2). În zona neogenă nu se cunosc pînze propriu-zise, dar intensitatea procesului de cutare a fost destul de puternică şi aici. Anticlinale asimetrice, adesea cutate izoclinal şi puternic faliate, uneori cu flancul intern împins mult peste cel extern, caracterizează aria de răspîndire a depozitelor miocene

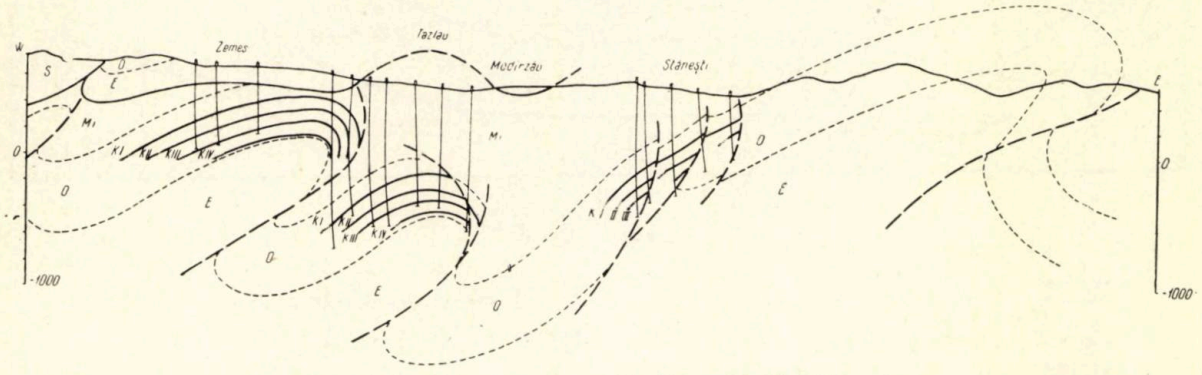


Fig. 2. Secţiune prin structurile Zemeş-Tazlău-Stăneşti.

În formaţiunile mezozoice, roci care ar putea îndeplini rolul de colector se cunosc în cretacic (gresii calcaroase) şi jurasic (gresii oolitice). Calcarele cunoscute în cretacic, jurasic şi triasic ar putea, de asemenea, juca rolul de colector, cel puţin local.

Roci cu caracter de colector — de tip granular sau compact — sînt de aşteptat şi în formaţiunile paleozoice din zona centrală a depresiunii (permian şi chiar formaţiuni mai vechi).

Roci de protecţie a acumulărilor de hidrocarburi din colectoarele cunoscute se găsesc larg răspîndite în formaţiunile geologice constituente ale Depresiunii Precarpatice. O menţiune deosebită merită, în această ordine de idei, argilele din eocenul superior (strate de Plopu) de deasupra gresiilor de Tarcau, şisturile disodilice oligocene de deasupra gresiilor de Kliwa, marnele helveţianului superior (strate de Cîmpeni) de deasupra gresiilor şi nisipurilor helveţianului inferior, marnele ponţiene şi cele din levantinul inferior, protectoare ale acumulărilor din meoţian şi dacian etc.

Capcanele sînt reprezentate prin toate tipurile cunoscute: structurale, stratigrafice şi litologice. Cel mai frecvent întîlnite sînt însă din Moldova. Anticlinale de forme variate simetrice sau asimetrice, afectate de numeroase falii şi complicate ca structură prin prezenţa

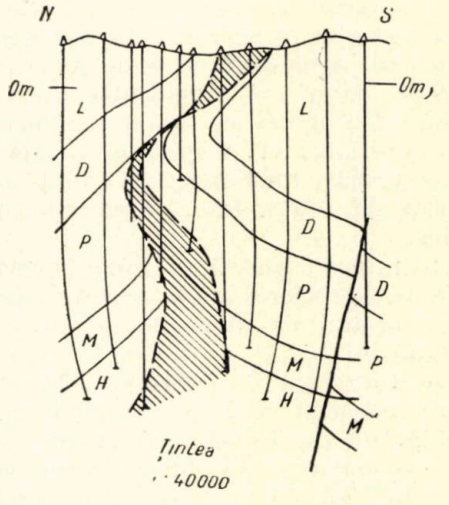


Fig. 3. Secţiune prin structura Ţintea.

masivelor de sare care străpung adesea pînă la zi formaţiunile de deasupra lor, caracterizează zona mio-pliocenă din Muntenia (fig. 3).

În Oltenia, zona neogenă este caracterizată prin prezența de anticlinale afectate de numeroase falii dar în cuprinsul lor diapirismul provocat de sare este foarte rar întîlnit.

Trebuie menționat faptul că formele structurale din cuprinsul Depresiunii Precarpatice nu sînt distribuite fără o anumită regulă. Împingerea provocată de ridicarea lanțului muntos carpatic a determinat cutarea ținutului din față după linii structurale majore care se urmăresc în paralel de la interior spre exterior pe lungimi care pot depăși uneori 200 km (fig. 4).

Aceeași împingere a determinat o variație în modul de prezentare și în gradul de complicație a formelor structurale din zona neogenă, în sensul că, pe măsură ce ne depărtăm de zona paleogenă, cutele au amplitudini din ce în ce mai mici și lungimi de undă mai mari. Asemenea cute largi se întîlnesc de obicei în porțiunea externă a zonei neogene, suprapusă peste versantul de scufundare accentuată al platformelor.

Pe marginea internă a zonei neogene, în fața Carpaților Meridionali, se întîlnește adesea tipul structural de monoclin, afectat de falii longitudinale.

Tipul *stratigrafic* de capcană este cunoscut în zona neogenă a Depresiunii Precarpatice din Muntenia și Oltenia, fiind realizat prin dispunerea transgresivă a formațiunilor noi peste formațiuni mai vechi. Dispunerea discordant-transgresivă a depozitelor sarmațiene peste cele helveține (Bîlteni-Țicleni) sau a depozitelor pliocene peste cele helveține (Glîmbocel, Șuța-Seacă, Teiș, Moreni – Gura Ocniței, Ochiuri, Bușteneri, Runcu, Mărgineni etc.) reprezintă cîteva exemple tipice de capcane de natură stratigrafică în care se cunosc acumulate zăcăminte de hidrocarburi. Existența unor capcane similare este cunoscută de asemenea în depozitele sarmațiene și pliocene de pe marginea externă a Depresiunii Precarpatice, în zona de trecere spre platforme.

Efilarea anumitor pachete de colectoare paleogene sau neogene și acoperirea transgresivă de către depozite mai tinere a dus la formarea

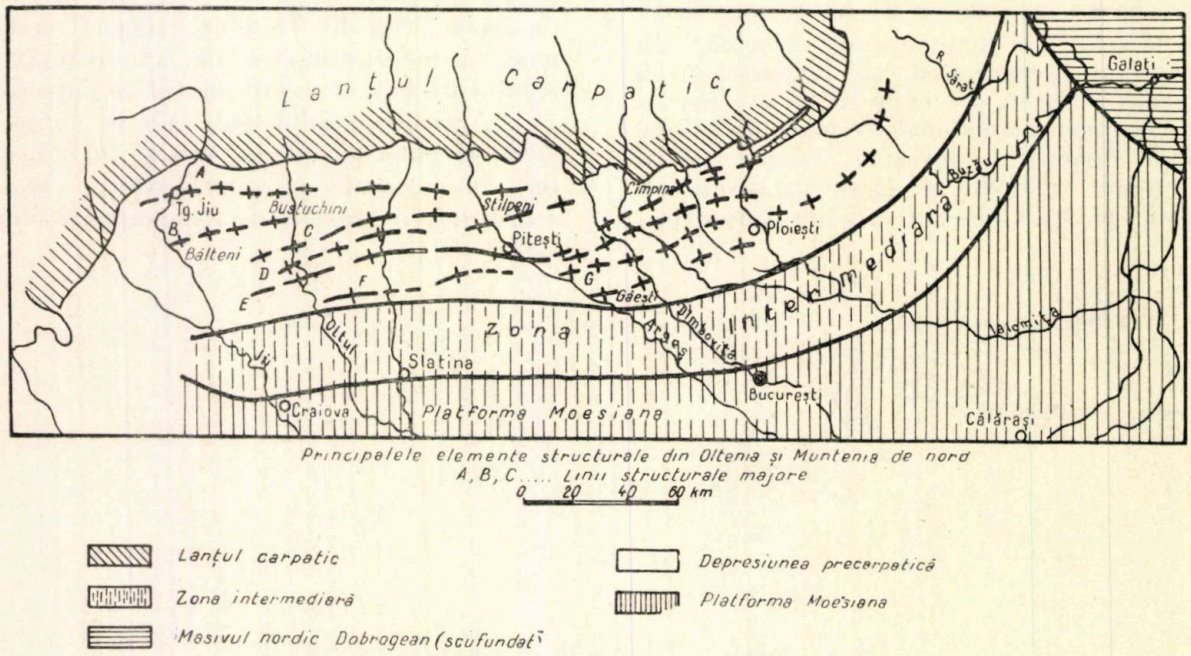


Fig. 4. Principalele elemente structurale din Oltenia și Muntenia de nord.

unor capcane de tip stratigrafic, complicate uneori și cu caractere de tip structural, în care au fost posibile acumularea și conservarea hidrocarburilor gazoase sau lichide.

Capcanele de tip litologic sînt mai rar întîlnite. Ele se cunosc totuși realizate local în meoțianul din Regiunea Pitești, Tîrgoviște sau în sarmațianul de pa marginea externă a Depresiunii Precarpatice.

TIPURI DE ZĂCĂMINTE DE PETROL SAU GAZE ÎN DEPRESIUNEA PRECARPATICĂ

Majoritatea zăcămintelor de petrol și gaze din cuprinsul Depresiunii Precarpatice sînt zăcăminte stratiforme. Capcanele structurale care, așa cum s-a arătat, constituie majoritatea cuprind rezervoare în formă de strat, boltite. În consecință și zăcămintele de hidrocarburi respective sînt, predominant, de tipul *stratiform*, boltite, afectate de falii. Acest fapt ilustrează intensitatea mișcărilor tectonice, cu dislocații rezultate de pe urma unei singure sau a mai multor faze și subfaze de orogeneză. Ecranarea zăcămintelor stratiforme este, în cele mai multe cazuri, *tectonică*.

Solzii din autohtonul pînzelor flișului, anticlinalele faliate și cu flancurile încălecate (cutefalii) din zona miocenă a Moldovei sau din zona mio-pliocenă a Munteniei și Olteniei, numeroasele structuri diapire din zona mio-pliocenă a Munteniei conțin zăcăminte ecranate tectonic de mare importanță pentru economia națională. De o deosebită importanță sînt și zăcămintele ecranate de masive de sare.

În zona mio-pliocenă din Muntenia centrală se cunosc trei linii structurale principale caracterizate prin acțiunea puternică a diapirismului provocat de masivele de sare. Cea mai nordică linie (Măgurele—Apostolache), cu formațiunea saliferă mai aproape de suprafață, a simțit mai puternic efectul împingerii de la nord, și, ca rezultat, formațiunea de sare este împinsă mult spre sud și încălecată peste formațiuni pliocene. Pe linia următoare (Gura Ocniței—Moreni—Țintea) sarea, deși a avut o poziție mai adîncă, a străbătut tot acoperișul de depozite pliocene și, local, a fost împinsă spre sud (Țintea). Pe cea de-a treia linie (Ariceștii—Bucșani) efectul presiunii de la nord a fost mai slab resimțit, și drept rezultat se constată doar un început de diapirism (crypto-diapirism), cu îngrămădirea locală a sării și cu falierea sedimentarului din acoperiș. În sfîrșit, pe a patra linie mai sudică și de mai mică întindere sarea a fost numai local întîlnită (Mănești), fără vreo manifestare evidentă de diapirism.

Prezența masivelor de sare pe liniile structurale menționate a jucat un rol deosebit în formarea zăcămintelor de hidrocarburi situate pe aceste linii. Faliile au servit drept căi de migrare pentru hidrocarburile stoarse din seriile bituminoase situate stratigrafic deasupra formațiunii cu sare. În același timp, interpunerea masivului de sare cu brecia sa argiloasă însoțitoare a servit drept ecran de protecție pentru acumulările de hidrocarburi din colectoarele de pe flancurile structurii.

Imaginile oferite de zăcămintele din structurile petroliere Băicoi—Țintea, Moreni—Gura Ocniței, Ochiuri etc. (fig. 3) sînt din acest punct de vedere concludente.

În cazul cînd sarea diapiră lipsește, ecranarea tectonică a fost realizată de către pachetele argiloase sau marnoase ale unui flanc, care au închis complet (falii etanșe) colectoarele celuilalt flanc sau ale blocului adiacent. Exemple tipice de astfel de ecrane oferă zăcămintele oligocene din zona flișului (Moinești, Tazlău, Copăceni) sau unele zăcăminte din zona neogenă.

Destul de numeroase sînt și zăcămintele ecranate *stratigrafic*. Ele se întîlnesc, de obicei, în formațiuni mai vechi decît cele pliocene. În această categorie intră zăcămintele de petrol din sarmațianul de la Mărgineni, o parte din zăcămintele Buștenari—Runcu, Moreni—Gura Ocniței etc.

Ecranarea litologică a fost realizată prin variații de litofacies în zona unor vechi cordiliere. Așa este cazul pentru unele zăcăminte de petrol din sarmațianul de la Bîlteni—Țicleni sau din meoțianul III din Regiunea Pitești—Tîrgoviște.

Nu se cunosc pînă acum în cuprinsul Depresiunii Precarpatice *zăcăminte masive* propriuzise. Există totuși cîteva zăcăminte de petrol care, deși acumulate în colectoare stratiforme, ecranate tectonic sau stratigrafic, prin poziția tabulară a limitei petrol-apă, reprezintă tipuri de trecere spre zăcămintele masive. Acesta este cazul pentru unele zăcăminte din oligocenul din regiunea Moinești—Tazlău și pentru zăcămîntul helvețian de la Teiș.

Puțin numeroase sînt și zăcămintele *delimitate litologic*. Asemenea zăcăminte se întîlnesc în capcane litologice din meoțianul superior din regiunea Pitești—Tîrgoviște sau în sarmațianul de pe marginea externă a depresiunii.

În ceea ce privește tipurile de zăcăminte de petrol clasificate în funcție de raporturile cantitative dintre petrol și gaze dizolvate, trebuie subliniat faptul că, în general, pînă în prezent se cunosc relativ puține zăcăminte la care se constată existența unui gaz-cap primar. În această categorie intră zăcămintele Berca (meoțian, local), Teiș (meoțian), Aninoasa (meoțian), Șuța Seacă (meoțian III) etc.

Zăcămintele sărace în gaze dizolvate sînt cantonate, de regulă, în capcane superficiale, în care degradarea parțială a zăcămîntului respectiv (degazificarea) a fost posibilă din cauza lipsei — cel mai adesea prin eroziune — a acoperișului de protecție corespunzător. Exemple pentru asemenea tipuri constituie zăcămintele Solonț (oligocen), Arbănași (meoțian) etc. Uneori, ecranarea parțială a acestor zăcăminte a fost realizată prin asfaltizarea petrolului în zona de afloriment a colectoarelor (Solonț, Arbănași).

Restul zăcămintelor, care reprezintă marea majoritate a zăcămintelor de petrol cunoscute în cuprinsul Depresiunii Precarpatice, sînt lipsite de o zonă de gaz-cap primar, dar sînt bogate în gaze dizolvate. Acestea constituie de altfel, pentru cea mai mare parte a zăcămintelor de petrol din Depresiunea Precarpatică, factorul esențial în determinarea regimului de producție respectiv.

Toate zăcămintele de petrol și gaze cunoscute pînă în prezent în Depresiunea Precarpatică sînt însoțite de ape de zăcămînt. Acestea sînt active în cîteva zăcăminte de petrol, ca, de exemplu Berca (meoțianul din compartimentul sudic), Bucșani (meoțian) și Bîlteni-Țicleni (sarmațian și helvețian). Majoritatea apelor de zăcămînt sînt de tip clorocalcic, cu un grad de mineralizare diferit pentru fiecare formațiune geologică în care sînt acumulate zăcămintele de petrol sau gaze respective.

CONSIDERAȚII PRIVIND LEGILE DE RĂSPÎNDIRE A ZĂCĂMINTELOR DE PETROL ȘI GAZE ÎN DEPRESIUNEA PRECARPATICĂ DIN R.P.R.

Studiul complex al zăcămintelor de petrol și gaze din cuprinsul Depresiunii Precarpatice ne duce la concluzia fermă că formarea și răspîndirea lor sînt strîns legate de istoria dezvoltării geologice a acestei unități structurale majore.

O primă constatare este aceea că *toate zăcămintele de petrol și gaze cunoscute pînă acum sînt legate exclusiv de formațiunile sedimentare.* Seriile bituminoase, pe seama cărora s-au format zăcămintele de hidrocarburi din cuprinsul Depresiunii Precarpatice, sînt predominant pelitice, cu precădere în zonele de maximă adîncime ale bazinului de sedimentare precarpatic. Din aceste zone, hidrocarburile au migrat fie lateral, sub influența presiunii exercitate de stratele de deasupra, fie transversal, pe anumite fracturi și crăpături, sub influența mișcărilor tectonice.

Analiza condițiilor geologice în care se găsesc zăcămintele de petrol și gaze cunoscute pînă acum arată că mișcările tectonice au jucat un rol deosebit de important în formarea zăcămintelor respective. O trăsătură caracteristică de primă importanță o constituie aranjamentul lor liniar.

Aranjamentul liniar al zăcămintelor de petrol și gaze, pe linii structurale majore, în general paralele cu structura lanțului carpatic (fig. 4), este legat genetic de mișcările tectonice care au avut loc în istoria dezvoltării geologice a acestei unități structurale. Acest aranjament nu este întîmplător; el demonstrează legătura cauzală dintre presiunile exercitate din zona internă, carpatică, asupra ținutului extern din față și imaginea structurală rezultată. Cea mai nordică linie (*A*) a funcționat încă de la începutul neogenului ca o linie de cordilieră, în zona căreia anumite formațiuni sau nu au fost deloc depuse, sau au fost parțial erodate. Lipsa locală a depozitelor acvitaniene, tortoniene sau pliocen — inferioare, precum și variațiile mari de facies, cu prezența pe alocuri a conglomeratelor, arată că linia în discuție reprezintă nu un element geologic format întîmplător, ca rezultat al unei singure faze de cutare, ci un element prezent în toată evoluția în terțiar a acestui sector din depresiune, determinînd și condiționînd astfel repartiția faciesurilor, imaginea tectonică actuală și deci posibilitatea de formare a unor zăcăminte de hidrocarburi.

Mai spre sud urmează trei linii structurale relativ apropiate și dispuse sub formă de culise : *B*, *C* și *D*.

Și aceste linii constatate astăzi în depozitele neogene se suprapun peste zone corespunzătoare de ridicare ale depozitelor paleogene, zone în care există lacune stratigrafice (sarmațian peste tortonian inferior, sarmațian peste helvețian inferior sau oligocen, meoțian peste helvețian ori ponțian peste tortonian) și care dovedesc existența continuă, în tot timpul terțiarului, a acestor linii structurale.

Linia structurală următoare *E* (Zătreni — Slătioarele — Teiș — Boldești) este cea mai lungă dintre toate liniile cunoscute în Depresiunea Precarpatică.

În lungul ei se cunoaște o serie de zăcăminte de petrol, a căror formare a fost condiționată, pe de o parte, de faciesul depozitelor constituente și, pe de altă parte, de aranjamentul tectonic al lor.

În zona Slătioarele — Pitești — Glîmbocelul seriile sedimentare nu sînt complete : la Pitești ponțianul stă direct pe oligocen, indicînd astfel zona de maximă ridicare axială din lungul acestei linii structurale. La vest și sud-vest de Slătioarele, formațiunile devin din ce în ce mai pelitice, tectonica este mai liniștită și totul sugerează creșterea adîncimii bazinului de sedimentare neogen; în această zonă a fost posibilă doar formarea unor zăcăminte de gaze. La răsărit de Glîmbocelul, seriile terțiare sînt iarăși complete și caracterul tectonic este complicat de prezența masivelor de sare miocene. Poziția și rolul masivelor de sare în obținerea tipului de structură diapiră și în formarea zăcămintelor de petrol și gaze au fost deja discutate.

Spre sud se mai întîlnesc două linii structurale : *F* = Șuța-Seacă — Ariceștii și G = Găești — Mănești. În lungul liniei *F* se mai constată unele ridicări axiale (oligocen sub meoțian la Vața și Șuța-Seacă), care confirmă încă o dată evoluția îndelungată a imaginii tectonice actuale și nu o simplă cutare rezultată într-o singură fază de orogeneză recentă.

La sud de linia *G*, în depozitele neogene se poate urmări, cu caracter regional, în toată Oltenia și Muntenia, existența unui ax sinclinal major, dincolo de care formațiunile terțiare se ridică ușor spre platformele din față, în care efilarea anumitor formațiuni și depășirea prin transgresiune a depozitelor mai vechi de către altele mai noi constituie caracteristica predominantă.

Revenind la liniile structurale din zona neogenă a Depresiunii Precarpatice trebuie arătat că în lungul lor, perpendicular sau diagonal pe ele, tot ca rezultat al mișcărilor tectonice repetate în diferite faze ale orogenezei alpine, au avut loc o serie întreagă de dislocații (falii normale, falii inverse, falii cu încălecare). Pe planele acestor dislocații au fost posibile migrarea hidrocarburilor stoarse din seriile bituminoase sub acțiunea presiunii cauzate de mișcările tectonice și acumularea lor în seriile colectoare cu poziție spațială superioară. Aceleași zone de dislocații, zone de minimă rezistență, au fost folosite de masivele de sare

antrenate în mişcările de cutare, rezultînd astfel cutele diapire înşirate tot liniar, pe liniile structurale descrise. Deci, cel puţin o parte din faliile constatate în zona cutelor diapire trebuie considerată ca reprezentînd falii mai vechi care au afectat şi depozitele premiocene, dar care au fost reactivate în mişcările postmiocene.

Acest lucru are o deosebită importanţă practică, deoarece explică acumularea unor zăcăminte de hidrocarburi migrate din serii bituminoase mai vechi în colectoare mai tinere, fără intervenţia masivelor de sare. Acesta este cazul acumulărilor de petrol din helveţianul de la Bîlteni—Ţicleni şi în general al acumulărilor de hidrocarburi din depozitele miocenului inferior, rezultate de pe urma stoarcerii şi migrării lor din serii bituminoase oligocene sau chiar mai vechi. Pentru unele zăcăminte din pliocen, hidrocarburile pot proveni din seriile bituminoase tortoniene (şisturile cu Radiolari), care au fost stoarse în procesul de străpungere a masivelor de sare mai vechi.

Acelaşi aranjament liniar se poate constata şi în zona flişului din Moldova. Capcanele solzi din oligocenul autohtonului pînzelor au rezultat de pe urma mişcărilor de cutare din orogeneza alpină, au fost afectate de dislocaţii longitudinale şi transversale în lungul cărora a fost posibilă migrarea hidrocarburilor stoarse din seriile bituminoase subjacente. Structura generală a autohtonului este însă caracterizată şi prin zone de ridicare sau coborîre axială majoră. Semiferestrele Bistriţei, Oituzului şi Putnei reprezintă zonele de ridicare. Între ele se situează zone de coborîre axială, în care pînza paleogenă înaintează mult spre exterior, uneori pînă peste depozitele zonei neogene.

Zăcămintele de hidrocarburi s-au format şi conservat în capcanele situate sub depozitele pînzei, îmbrăcînd ca o aureolă zonele de scufundare axială ale semiferestrelor sub cuvertura pînzei.

În zonele periferice ale Depresiunii Precarpatice, aranjamentul liniar al zăcămintelor este sugerat de paralelismul lor cu marginea platformelor din faţă. De un aranjament liniar propriu-zis al zăcămintelor acumulate în depozitele terţiare din aceste zone se poate vorbi numai în măsura în care existau şi capcane structurale. Cele acumulate în colectoare efilate, cu dispunere monoclinală, sau în colectoare lenticulare, nu mai păstrează decît un aranjament zonar în lungul marginii platformelor, şi nu un aranjament liniar propriu-zis.

În legătură cu *cantitatea de gaze asociate petrolului* s-a arătat că în cuprinsul Depresiunii Precarpatice se întîlneşte toată gama de zăcăminte, începînd cu zăcăminte de petrol sărace în gaze dizolvate şi terminînd cu zăcăminte exclusiv de gaze. În repartiţia tipurilor de zăcămînt de petrol sărace în gaze dizolvate, bogate în gaze dizolvate, cu gaz-cap primar sau zăcăminte exclusiv de gaze se observă următoarea regulă : zăcămintele de petrol sărace în gaze dizolvate se găsesc de obicei în zonele interne ale Depresiunii Precarpatice, acolo unde rocile colectoare sînt ridicate aproape de suprafaţă, sînt puternic faliate şi adesea lipsite de un acoperiş de protecţie corespunzător. În aceste zone nu se întîlnesc zăcăminte cu raţii de soluţii ridicate sau zăcăminte cu gaz-cap şi cu atît mai puţin zăcăminte de gaze. Mai spre exterior, pe linia cutelor diapire profunde, sînt frecvente zăcămintele bogate în gaze dizolvate şi zăcăminte cu cap de gaze, iar încă mai spre exterior, în formaţiunile neogene de pe versantul scufundat al platformelor, se întîlnesc aproape exclusiv zăcăminte de gaze.

În repartiţia diferitelor zăcăminte sărace sau bogate în gaze asociate, un anumit rol îl joacă şi adîncimea. Zăcămintele sărace în gaze dizolvate au de regulă poziţii structurale superficiale. Zăcămintele cu gaz-cap primar se găsesc la adîncimi mari, în capcane sau în compartimente bine închise, în care degazificarea nu a fost posibilă. Plecînd de la această constatare se poate aştepta ca în formaţiunile mai adînci, respectiv mai vechi, să întîlnim zăcăminte de petrol cu largi zone de gaz-cap primar şi, pe alocuri, chiar zăcăminte de condensat.

În ceea ce priveşte *tipurile de petrol* întîlnite în zăcămintele din Depresiunea Precarpatică, acestea se grupează, după compoziţia chimică a lor, în trei clase : A = neparafinos, B = semiparafinos şi C = parafinos.

Datele statistice arată că tipul parafinos este predominant în formaţiunile mai vechi şi deci, în general, mai adînci.

Petrolul este de tip C în majoritatea zăcămintelor oligocene din Moldova şi Muntenia, în majoritatea zăcămintelor helveţiene şi sarmaţiene şi în cea mai mare parte a zăcămintelor din pliocenul inferior (meoţian şi ponţian).

Tipul A este caracteristic pentru zăcămintele din dacian şi levantin, dar se întîlneşte uneori cu caracter local şi în formaţiuni mai vechi (meoţian, sarmaţian, helveţian şi oligocen).

Tipul intermediar B se întîlneşte în unele zăcăminte daciene (Băicoi-Ţintea, Bucşani), helveţiene (Runcu-Buştenari, Ochiuri) şi oligocene (Runcu-Buştenari.

Datele de mai sus privind repartiţia tipurilor de petrol în diferite zăcăminte arată că această repartiţie nu este întîmplătoare, ci urmează o anumită regulă, care, în general, este dictată de *adîncime*, respectiv de *vîrsta* formaţiunii în care este cantonat zăcămîntul. În cadrul aceleiaşi structuri, constatarea aceasta apare evidentă. În structura Gura Ocniţei, de exemplu, helveţianul conţine petrol de tip C, meoţianul conţine zăcăminte cu petrol de tip

C şi B, iar dacianul, zăcăminte cu petrol de tip B şi A.

Excepţiile de la această regulă sînt explicate fie prin poziţia superficială a zăcămîntului, fie prin prezenţa anumitor accidente tectonice sau variaţii locale de litofacies.

Prezenţa aceluiaşi tip de petrol (C) în oligocenul, helveţianul şi meoţianul din anumite compartimente ale structurilor Buştenari-Runcu demonstrează o legătură genetică unitară şi o comunicare între zăcămintele respective, iar prezenţa tipurilor B şi A în alte compartimente ale aceloraşi structuri este explicată prin existenţa anumitor accidente tectonice şi a altor condiţii geologice care au permis schimbarea caracteristicilor petrolului iniţial.

Luînd în consideraţie *criteriul stratigrafic*, se constată că zăcămintele cunoscute pînă în prezent în cuprinsul Depresiunii Precarpatice aparţin aproape exclusiv formaţiunilor terţiare. Existenţa anumitor formaţiuni terţiare nu înseamnă însă neapărat şi existenţa unor zăcăminte de hidrocarburi. Aşa de exemplu pliocenul caracterizat prin numeroase zăcăminte de petrol şi gaze în Muntenia este sărac în zăcăminte de hidrocarburi în Oltenia. În schimb, în această provincie sînt mai numeroase zăcămintele de petrol şi gaze din formaţiunile miocene, în special din sarmaţian şi helveţian. Formaţiunile paleogene au fost investigate şi s-au dovedit productive în zona flişului din Moldova sau în sectoarele interne ale zonei neogene din Muntenia.

Rezumînd consideraţiile făcute în legătură cu răspîndirea zăcămintelor de petrol şi gaze din cuprinsul Depresiunii Precarpatice de pe teritoriul R.P.R., merită să fie subliniate următoarele reguli :

1. Toate zăcămintele cunoscute sînt localizate numai în formaţiuni sedimentare.

2. În răspîndirea zăcămintelor se constată un aranjament liniar determinat de factorul tectonic (linii structurale majore), ca rezultat al întregii evoluţii geologice a Depresiunii Precarpatice.

3. Se constată o anumită zonalitate în răspîndirea gazelor asociate petrolului, în sensul că în zonele interne ale Depresiunii Precarpatice se întîlnesc, de obicei, numai zăcăminte de petrol sărace în gaze dizolvate, în zonele mijlocii ale depresiunii se întîlnesc zăcăminte bogate în gaze dizolvate şi zăcăminte cu gaz-cap primar, iar în zonele externe ale depresiunii se întîlnesc cel mai frecvent zăcăminte exclusiv de gaze.

4. În zonele mijlocii ale depresiunii, în repartiţia tipurilor de zăcăminte de petrol sărace sau bogate în gaze dizolvate, joacă rol important şi adîncimea : capcanele bine închise şi situate la adîncime mai mare conţin, de regulă, zăcăminte cu gaz-cap primar sau bogate în gaze dizolvate, iar capcanele mai apropiate de suprafaţă conţin zăcăminte sărace în gaze dizolvate.

5. Adîncimea şi deci vîrsta formaţiunii joacă rol determinant şi în repartiţia tipurilor de petrol întîlnite în zăcăminte : tipul C (parafinos) este întîlnit de obicei în formaţiunile mai adînci şi deci mai vechi ; în formaţiunile mai tinere şi deci mai apropiate de suprafaţă predomină tipurile A şi B.

6. Cele mai multe zăcăminte de petrol şi gaze din Depresiunea Precarpatică sînt localizate în capcane de natură structurală, a căror ecranare este de cele mai multe ori tectonică.

7. Localizarea zăcămintelor de petrol şi gaze în anumite formaţiuni terţiare poate fi urmărită şi geografic (cele mai importante formaţiuni productive sînt cele miocene în Oltenia, cele pliocene în Muntenia şi cele paleogene în Moldova), dar în această distribuţie rolul important îl joacă toţi criteriile geologice, care condiţionează formarea şi conservarea zăcămintelor de hidrocarburi.

Rezultatele forajului dirijat cu turbina în R.P.R.

Ing. GH. PACOSTE,
ing. I. CRIVĂȚ și
ing. GH. METINCU

Caracteristic pentru dezvoltarea industriei petroliere în anii puterii populare în R.P.R. a fost accentul deosebit pus pe lucrările geologice în vederea măririi rezervelor industriale de țiței și gaze. Chiar în anul 1948, volumul forajului de explorare numai pentru țiței crește de trei ori față de media realizărilor anilor precedenți. În anul 1962, volumul lucrărilor geologice a fost de 18,8 ori mai mare decît cel din anul 1947. Eforturile depuse au dus la descoperirea de noi regiuni petroliere în Oltenia, Moldova și Muntenia și la creșterea, an de an, a producției de țiței, care a fost în anul 1962 de 3,1 ori mai mare decît producția din anul 1947.

*

Creșterea continuă și rapidă a volumului de foraj a fost posibilă în mare măsură datorită atît dotării întreprinderilor cu instalații de foraj noi, moderne, cît și introducerii tehnicii noi în tehnologia forajului. Creșterea vitezei de foraj era o necesitate pentru a se asigura realizarea unui volum de foraj cît mai mare cu un număr cît mai mic de instalații. Procedeele tehnologice noi și îmbunătățirea regimului de foraj au dat rezultate foarte bune în majoritatea șantierelor. Introducerea forajului cu turbina în anul 1952 a rezolvat problema creșterii intense a vitezei de foraj în formațiunile mai tari din regiunea Moinești, dovedindu-și apoi eficiența și în celelalte șantiere din țară. Extinderea forajului cu turbina pînă în anul 1962 la 50,3% din totalul metrajului săpat a dus la creșterea vitezei medii de foraj cu 91% față de viteza realizată în anul 1958, cînd forajul cu turbina era extins la numai 15,7% din total foraj.

Introducerea forajului cu turbina a rezolvat și problema prevenirii accidentelor tehnice provocate prin ruperea materialului tubular, accidente numeroase în special în terenurile dure.

În practica forajului a apărut necesitatea săpării unor sonde dirijat-înclinate, și anume :

a) În regiunea Ploiești, pentru evitarea traversării unor intervale în brecia sării, din cauza dificultăților mari de foraj (dărîmări ale pereților găurii, pungi de gaze, pierderi de noroi) s-a impus aplicarea metodei de foraj dirijat cu turbina, cu deplasări de peste 200 m.

b) În șantierul Moinești s-a pus problema pregătirii rapide a locațiilor, adică reducerea duratei lucrărilor de suprafață și a montajului instalațiilor în condiții de relief deosebit de dificile, terenul fiind foarte accidentat și fugitiv. Multe dintre sonde nici nu se puteau amplasa în condiții normale,

fără a mai ține seamă de volumul lucrărilor de suprafață inclusiv de drumurile ce trebuiau construite.

Forarea dirijată a sondelor ar fi rezolvat aceste probleme, dar încercările făcute în Moldova de a se săpa dirijat, cu pana de deviere, au fost fără rezultat, din cauza durității terenului. De altfel, folosirea acestei metode înseamnă revenirea la forajul cu masa, ceea ce nu era de acceptat din cauza vitezei foarte mici care se putea realiza prin forajul cu masa.

Rezolvarea acestor probleme a fost posibilă numai prin introducerea metodei forajului dirijat cu turbina.

După cum se știe, în cazul forajului cu turbina, garnitura de foraj nu se rotește. Principiul metodei de foraj dirijat cu turbina constă în folosirea garniturii nemișcate, avînd o astfel de compunere a părții ei inferioare ca prin ea să se provoace un efort constant de deviere. Efortul de deviere trebuie să fie perpendicular pe axa sapei și să acționeze continuu în timpul forajului în direcția de deviere cerută.

Cel mai simplu procedeu pentru a obține un efort de deviere a sapei constă în crearea în garnitura de foraj, imediat deasupra turboburului, a unui moment de forțe elastice. Pentru a căpăta o valoare însemnată a momentului forțelor elastice, deci a efortului de deviere, partea de jos a garniturii de foraj trebuie să fie cît se poate de rigidă.

Valoarea momentului forțelor elastice este determinată de modulul de rezistență a secțiunii transversale a prăjinii (reducție etc.), precum și de limita de curgere a materialului prăjinii respective (reducție etc.).

Crearea momentului forțelor elastice este necesară în imediata apropiere a turboburului, din cauză că valoarea efortului de deviere depinde de distanța dintre linia pe care se exercită acțiunea acestui efort și locul creării momentului forțelor elastice.

Pentru a se obține efortul de deviere exercitat pe sapă în timpul forajului cu turbina a sondelor dirijat-înclinate se poate întrebuința o alcătuire diferită a părții inferioare a garniturii de foraj. Compunerile cele mai caracteristice practicate sînt următoarele :

a) Așezarea deasupra turboburului a unei prăjini de foraj strîmbe ; *b*) așezarea deasupra turboburului a unei reducții strîmbe, cu axele filetelor întretăiate.

În practică, cel mai mult se folosește prăjina strîmbă cu pereții groși (fig. 1).

După introducerea garniturii de foraj la puț, axa prăjinii strîmbe și axa turboburului aproape că se confundă din cauza diametrului mic al găurii de sondă. Datorită acestui fapt, în locul unde prăjina este îndoită se naște un moment de forțe elastice care provoacă în sapă efortul de deviere. Existența la sapă a unui efort de deviere, care în timpul forajului acționează permanent, asigură o creștere lină a devierii găurii, spre deosebire de creșterea mai bruscă, în salturi, a devierii în locurile de fixare a penelor de deviere la forajul dirijat cu masa.

Ritmul de deviere a găurii sondei, în cazul vitezei de avansare constante, este determinat

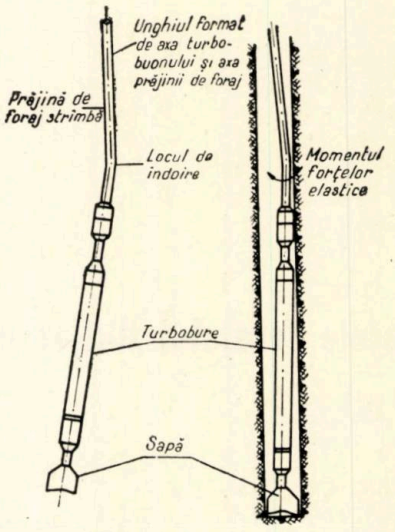


Fig. 1. Prăjina strîmbă cu pereții groși.

de valoarea efortului de deviere ce acționează asupra sapei, iar acesta din urmă, la rîndul său, este determinat de compunerea părții inferioare a garniturii de foraj. Așa, de exemplu, cu o reducție strîmbă cu pereții groși fixată deasupra turboburului se obține o valoare mai mare a efortului de deviere decît în cazul folosirii unei prăjini strîmbe.

Cum efortul de deviere ce acționează asupra sapei în timpul forajului este aproape constant într-un interval limitat de avansare, devierea în unitatea de timp — în aceleași condiții geologice — va fi cu atît mai mare cu cît avansarea sapei va fi mai înceată. Aceasta permite ca în cazurile speciale, cînd se cere o schimbare mai bruscă sau mai intensivă a devierii găurii (de exemplu, la luarea unei găuri noi pentru resăpare), să se obțină un efect de deviere maxim prin limitarea avansării sapei, pentru un timp oarecare.

Ritmul de deviere a unei găuri ce are o înclinare mare va fi mai mic decît în cazul sondelor cu unghiuri de înclinare mici avînd același moment de forțe elastice deasupra turboburului.

Acest fapt se explică prin influența greutății proprii a turboburului și a sapei, care micșorează valoarea efortului de deviere. Din această cauză, la sondele cu unghiuri mari de înclinare se recomandă să se folosească deasupra turboburului unul sau doi dubli de prăjini grele pentru a se diminua într-o anumită măsură influența negativă a greutății turboburului. De asemenea, pentru a mări ritmul de deviere

a găurii sondei se recomandă reducerea greutății și lungimii turboburului (turbobure cu diametrul de 8 în loc de 10″, turbobure scurte).

Ritmul de deviere a găurii sondei mai este influențat și de scăderea de presiune în turbobur și sapă, precum și de valoarea apăsării axiale pe sapă. Ambele influențe sînt însă prea mici și pot fi neglijate.

Din cele expuse rezultă că în forajul dirijat cu turbina, variind mai ales compunerea părții inferioare a garniturii de foraj, precum și regimul de lucru al turboburului se obțin condiții optime de foraj și de deviere a găurii în orice condiții geologice. Vitezele mecanice în forajul dirijat cu turbina sînt la nivelul celor obținute la forajul vertical cu turbină, ceea ce deosebește esențial această metodă de dirijare de celelalte care au existat înainte. Metoda forajului dirijat cu turbina este cît se poate de simplă, instrumentul de deviere fiind doar o prăjină strîmbă introdusă în garnitura de foraj, deasupra turboburului.

Profilul unei sonde dirijate se stabilește în funcție de condițiile tehnico-geologice, și anume : de condițiile în care sonda va fi exploatată ; de caracterul rocilor ce vor fi traversate ; de adîncimea sondei ; de deplasarea ce trebuie realizată de la verticală ; de unghiul sub care trebuie să intre în strat ; de grosimea orizonturilor ce trebuie exploatate și la care sonda trebuie să respecte gabaritul geologic de exploatare.

TEHNOLOGIA DIRIJĂRII

În cazul oricărui profil de sondă dirijat-înclinată, mai întîi se sapă vertical intervalul superior al sondei, de obicei pentru tubajul primei coloane, după care se măsoară deviația orientată a intervalului săpat.

La adîncimea de la care trebuie să înceapă dirijarea sondei, conform proiectului de dirijare, se introduce garnitura de foraj cu instrumentul de deviere stabilit. În cazul că deviația primului interval săpat vertical este sub 2°, introducerea garniturii se va face orientat de la suprafață, după metoda clasică cunoscută. La o înclinare a găurii mai mare de 2° garnitura de foraj se va introduce normal, ca la forajul vertical, iar orientarea instrumentului de deviere se va face la talpă cu aparatul de orientare tip I. N. introdus prin prăjinile de foraj cu cablu monoconducător. La stabilirea azimutului de orientare a instrumentului de deviere se va ține seamă atît de unghiul de torsiune al garniturii de foraj provocată de acțiunea momentului reactiv al turboburului, cît și de condițiile naturale de deviere a găurii.

După orientarea instrumentului de deviere se va începe forajul cu masa rotativă blocată, nefiind permisă rotirea garniturii.

Bucățile de avansare se adaugă orientat, păstrîndu-se cu strictețe orientarea fixată instrumentului de deviere. În acest scop, fiecare prăjină de foraj ce urmează a fi adăugată în timpul forajului dirijat va fi marcată la ambele capete, pe aceeași generatoare, cu semne vizibile.

Durata marșului cu instrumentul de deviere este limitată : în rocile dure de rezistența la uzură a sapei, în rocile ușor de săpat de necesitatea măsurătorilor de control al deviației găurii, măsurători ce trebuie executate la fiecare 50—100 m forați, în funcție de condițiile de forare.

În raport cu rezultatele deviației se stabilește programul următor : dacă ritmul de deviere este insuficient se va introduce un instrument de deviere mai eficace ; dacă orientarea obținută nu este satisfăcătoare se va corecta direcția de orientare a instrumentului de deviere pentru a se obține direcția dorită.

După obținerea înclinării și direcției dorite se va continua forajul fără instrumentul de deviere, ca la forajul vertical. Pentru menținerea înclinării și orientării obținute se recomandă introducerea în garnitura de foraj a două stabilizatoare centroare.

În cazul că profilul proiectat prevede reducerea înclinării găurii, se va proceda în același mod ca și la obținerea înclinării, cu deosebirea că orientarea instrumentului de deviere se va face invers.

În rest, procesul tehnologic, atît ca foraj propriu-zis cît și ca operații de tubaj și punere în producție, nu diferă de tehnologia operațiilor analoge în forajul cu turbina al sondelor verticale.

Aparatură : ca instrumente de deviere se folosesc : prăjina strîmbă (fig. 2), pentru unghiuri de deviere pînă la 25° ; reducția strîmbă (fig. 3), pentru unghiuri de deviere pînă la 40—45°.

Fig. 2.

Fig 3.

Prăjina strîmbă este o prăjină de foraj obişnuită, îndoită la capătul ei inferior, care se înşurubează în turbobur. Unghiurile raţionale de îndoire a prăjinii strîmbe sînt de 2,5—3,5° pentru înclinări de gaură de 12—15° şi de 4—5° pentru înclinări de gaură mai mari de 12—15°.

Reducţia strîmbă este un ştuţ cu pereţii groşi, avînd axele filetelor intersectate. Unghiul dintre axele filetelor este unghiul de îndoire a reducţiei strîmbe.

Deasupra reducţiei strîmbe trebuie să se adauge 20—40 m de tijă grea, pentru a se evita îndoirea prăjinilor de foraj.

Pentru orientarea la talpă a instrumentului de deviere se fixează în mufa prăjinii strîmbe (sau reducţiei), paralel cu planul de acţiune al instrumentului de deviere, două cuţite dinţate (fig. 4), în aşa fel încît teşitura dinţilor să fie îndreptată în sensul în care acţionează efortul de deviere.

Aparatul propriu-zis de orientare la talpă tip I.N. (fig. 5) este alcătuit din două dispozitive principale, şi anume :

1. Un fotoclinometru cu o singură fotografie pe care se imprimă imaginea luminoasă a unui disc gradat şi a unor fire reticulare ce permite măsurarea înclinării găurii. Tot pe discul fotografiat este marcată şi imaginea unui reper fix montat pe direcţia unei pene ce permite introducerea aparatului în carcasă numai într-o anumită poziţie. Acest dispozitiv permite măsurarea unghiului ce indică poziţia aparatului faţă de direcţia planului de înclinare al găurii de sondă.

2. Un model de plumb, fixat la partea inferioară a aparatului, pe care se imprimă cuţitele

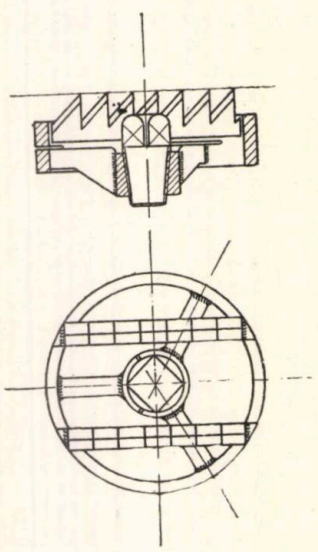


Fig. 4.

fixate în mufa instrumentului de deviere. Urmele imprimate indică direcţia şi sensul efortului de deviere. Cu acest dispozitiv se obţine valoarea unghiului format între planul de orientare al instrumentului de deviere şi poziţia aparatului dată de reperul fix al fotoclinometrului.

Însumarea unghiurilor determină poziţia planului de orientare al instrumentului de deviere faţă de direcţia planului de înclinare al găurii

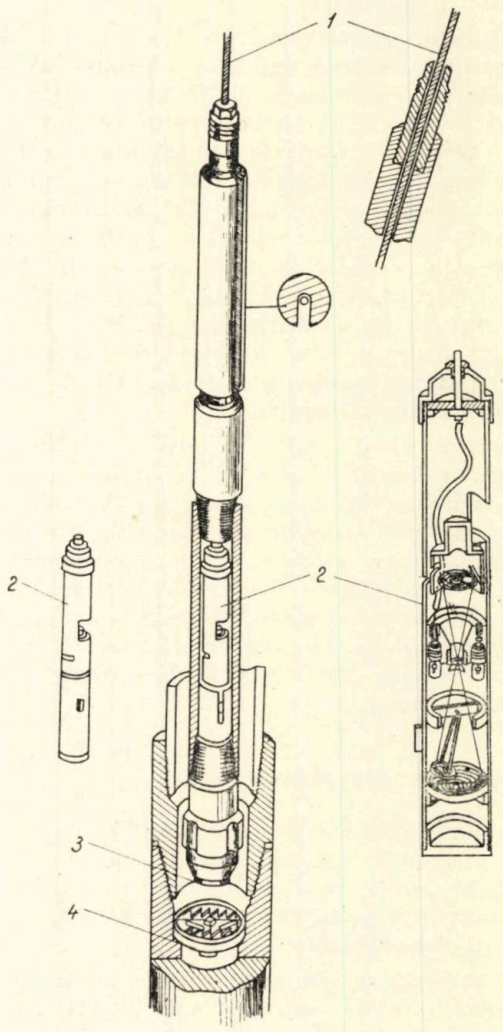


Fig. 5.

de sondă, determinată anterior prin măsurătoare.

Pentru fixarea instrumentului de deviere pe direcţia dorită se va roti garnitura de foraj cu un unghi egal cu diferenţa dintre direcţia de orientare dorită şi direcţia instrumentului de deviere găsită în timpul orientării.

Pentru orientări la talpă la înclinări ale găurii de sondă mai mici de 2°, chiar în găuri perfect verticale, se foloseşte un alt aparat similar, dar care are o busolă şi poate măsura şi deviaţia găurii. Pentru ca acest aparat să poată fi folosit se introduce în garnitura de foraj, imediat deasupra instrumentului de deviere, o prăjină antimagnetică.

REZULTATE OBȚINUTE

Metoda forajului dirijat cu turbină s-a introdus pentru prima dată în Moldova, în martie 1952, cu scopul de a se săpa dirijat sondele care nu se puteau amplasa din cauza reliefului extrem de accidentat. Rezultatele obținute la primele sonde au determinat extinderea metodei. În cursul anului 1953 s-au săpat dirijat cu turbina 49,8% din volumul realizat cu turbina și au terminat forajul 25 de sonde dirijat-înclinate în șantierele Moinești-Lucăcești, la adîncimi cuprinse între 800 și 1 200 m.

În anul 1954 metoda a fost extinsă în Moldova, atacîndu-se locații inaccesibile și în șantierele Stănești, Foale-Secătura. În acest an au terminat forajul 78 de sonde dirijat-înclinate.

Din cele 103 sonde săpate dirijat-înclinat în anii 1953—1954 în Moldova, 45 de sonde au fost sonde total inaccesibile, care nu s-ar fi putut săpa decît dirijat, din cauza terenului fugitiv și a reliefului accidentat.

Amplasarea sondelor dirijat-înclinate s-a făcut în zone mai ușor accesibile, pregătirea locațiilor necesitînd un volum de lucrări mai redus. Dar cum zonele mai accesibile erau puține, a apărut necesitatea de a se amplasa mai multe locații în aceeași zonă. Astfel au apărut grupe (tufe) de cîte 3—5 sonde. Săparea fiecărui grup de sonde s-a făcut cu o singură instalație de foraj. După terminarea forajului primei sonde din grup (cap grup) turla montată se trăgea alături, la distanță de 8 m de prima sondă, iar instalația pompelor rămînea în vechea poziție, valabilă pentru toate sondele din grup. În acest fel durata lucrărilor de montaj al instalației s-a redus la numai 3—4 zile pentru o sondă următoare în grup, în loc de 10—12 zile cît dura un montaj obișnuit.

Această metodă a forajului în grup a dat posibilitatea să se monteze un număr dublu de sonde cu aceleași forțe, rezolvîndu-se astfel problema pregătirii rapide a locațiilor în condiții de relief deosebit de dificile. În anii 1953—1954 s-au organizat 54 de grupe de sonde.

Costul lucrărilor de pregătire și montaj (construcția) a fost de asemenea mult redus. La sondele următoare în grup, costul construcției reprezintă în medie 30% din costul construcției primei sonde din grup. Trebuie remarcat și faptul că pentru prima sondă din grup însuși costul construcției a fost cu circa 30% mai mic decît al unei sonde izolate, amplasată în condiții de relief accidentat. Volumul economiilor realizate la construcția sondelor — ca urmare a forajului dirijat și în grup — se ridică la circa 13 mil. lei în primii doi ani de aplicare.

Indicatorii tehnici realizați la sondele dirijate sînt la nivelul celor verticale, nedirijate. În tabela 1 se redau rezultatele obținute la o serie de sonde apropiate.

Tabela 1

Sonda	Adîncimea reală, m	Viteza foraj, m/grl	Viteza mec., m/h	Observații
1	1 161	553	2,41	nedirijată
2	1 063	559	2,67	nedirijată
3	1 100	620	2,91	nedirijată
4	977	514	2,81	nedirijată
5	1 285	517	2,81	nedirijată
6	1 198	461	2,81	nedirijată
7	1 036	471	2,72	dirijată
8	1 105	624	3,99	dirijată
9	1 003	668	2,74	dirijată
10	863	663	2,89	dirijată

În tabela 2 se prezintă cîteva rezultate obținute la forajul dirijat cu turbina.

Tabela 2

Sonda	Adîncimea reală, m	Deplasarea, m		Azimut, gr.		Distanța dintre talpa proiect. și realizat, m	Înclinarea maximă gr.
		proiect	realizat	proiect	realizat		
1	1 180	183	176	177	179	7	15
2	1 000	179	188	210	207	10	19
3	1 200	150	160	21	17	10	18
4	1 222	157	160	293	289	16	18
5	1 022	183	172	118	119	12	19
6	1 197	290	277	85	85	13	18
7	960	204	197	276	280	15	21
8	958	199	187	317	317	12	22

După rezultatele obținute în anii 1953—1954, la adîncimi de 800 — 1 200 m, în anul 1955 forajul dirijat cu turbină s-a extins la adîncimi mai mari, pînă la 1 700—2 000 m, pentru punerea în exploatare a zăcămîntului sub orașul Moinești, care altfel nu s-ar fi putut pune în exploatare din cauza imposibilității amplasării sondelor în oraș. În acest scop au fost săpate dirijat peste 25 de sonde. Cîteva rezultate obținute sînt redate în tabela 3.

Tabela 3

Sonda	Adîncimea realizată, m	Deplasarea, m		Azimut, gr.		Distanța dintre talpa proiect. și realizat, m	Înclinarea maximă, gr.
		proiect	realizat	proiect	realizat		
1	1 920	222	210	305	306	20	21
2	1 838	162	150	58	59	12	20
3	1 934	132	144	205	212	22	18
4	2 011	198	191	270	266	18	21

Forajul dirijat cu turbină s-a extins în anii următori în aproape toate șantierele din Moldova, an de an determinînd forajul între 40 și 80 sonde dirijate cu turbina. În unele șantiere s-au pus probleme dificile, deoarece trebuiau obținute deplasări mari la adîncimi mici. Așa este cazul șantierului Zemeș-vest, unde sondele au trebuit să realizeze deplasări de 100—150 m pentru o adîncime totală de 500 — 600 m,

Tabela 4

Sonda	Adîncimea realizată, m	Deplasarea, m		Azimut, gr.		Distanța dintre talpa proiect. și realizat, m	Înclinarea maximă gr.
		proiect	realizat	proiect	realizat		
1	675	122	123	92	93	3	17
2	570	126	154	60	68	34	29
3	470	127	116	102	100	11	29
4	510	143	141	312	305	16	25
5	725	205	207	93	93	2	27

adîncimii proiectate, iar intervalul rămas (100—150 m) să fie săpat practic vertical. În tabela 4 se dau cîteva rezultate de acest fel.

În figura 6 sînt cîteva diagrame de deviație realizate la unele sonde dirijat-înclinate.

Din anul 1955 forajul dirijat cu turbina s-a introdus și în alte șantiere din țară.

Din 1955 și pînă în prezent s-au săpat la Băicoi 21 de sonde, toate cu rezultate bune. Majoritatea acestor sonde sînt amplasate în

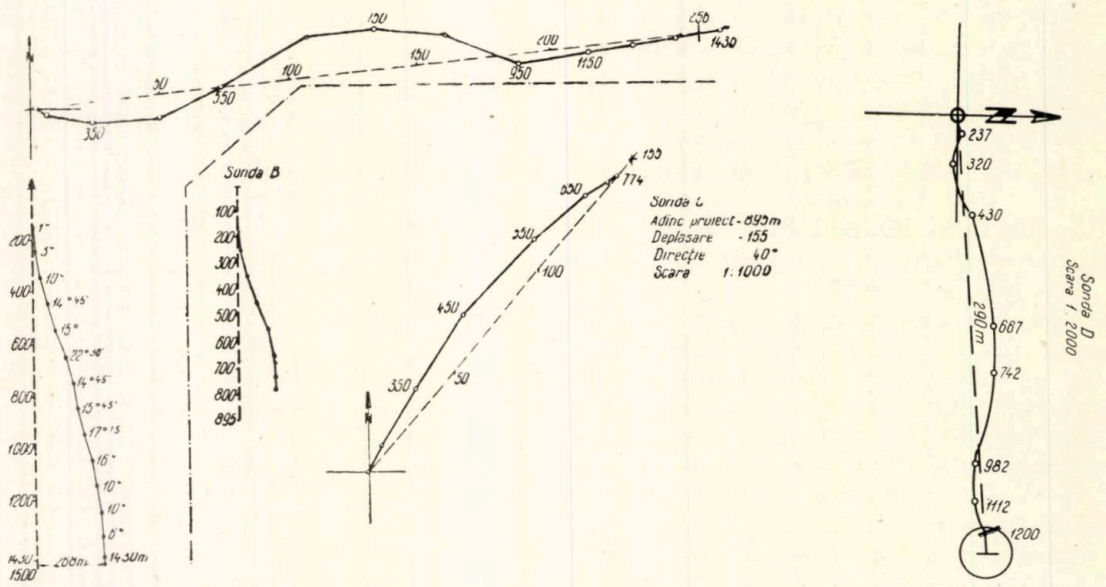


Fig. 6.

avînd și obligația ca deplasarea cerută să se realizeze cu 100—150 m înainte de atingerea trei grupe, din cauza construcțiilor de suprafață. Deplasările realizate variază între 220 și 320 m. Vitezele de foraj realizate sînt cuprinse între 610 și 770 m/grl, față de vitezele de 140—280 m/grl, realizate cu masa. În cursul anului 1962 au terminat forajul cîteva sonde cu viteze record: 940—1 120 m /grl.

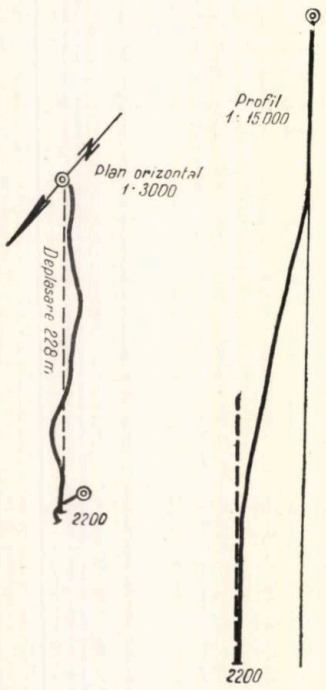


Fig. 7. Sonda S_1

Ca un rezultat remarcabil obținut prin forajul dirijat cu turbina trebuie să menționăm săparea dirijată a unei sonde de salvare pentru lichidarea erupției libere produse în timpul forajului. Pentru lichidarea erupției libere a fost săpată sonda S_1, după profilul și planul azimutal din figura 7.

După ce sonda S_1 a traversat stratul eruptiv în sonda în erupție liberă, la o distanță de circa 8 m, noroiul de foraj din sonda S_1 a inundat stratul eruptiv, și erupția liberă a fost lichidată.

Săparea sondei S_1 a decurs în condiții normale de foraj.

Forajul dirijat cu turbina se mai folosește și pentru luarea unor găuri noi în cazul de resăpări pentru lichidarea accidentelor tehnice.

În prezent, metoda forajului dirijat cu turbina este folosită în toate șantierele din țară unde există necesitatea săpării unor sonde dirijat-înclinate.

Comportarea față de unii solvenți selectivi a fracțiunilor de ulei provenite dintr-un țiței naftenic

Ing. BORIS DANILOV,
ing. MARGARETA CRISTESCU,
tehn. CONSTANTIN DIMA,
tehn. ATHENA MITACU și
tehn. ION STAN

În prezent în R.P.R. se rafinează prin solventare (furfurol) numai uleiurile provenite din țițeiuri parafinoase.

Avînd în vedere și alte sorturi de țiței care în prezent sînt supuse prelucrării, ne-am propus studierea unui țiței cu un pronunțat caracter naftenic, în vederea posibilității de fabricare a unor uleiuri cu congelare foarte scăzută și conținut de cocs redus (uleiuri de transformator frigorifice etc.).

Din prezentul studiu rezultă comportarea față de unii solvenți selectivi a fracțiunilor de ulei distilate obținute din instalația de vid și a unor uleiuri reziduale obținute prin dezasfaltare cu propan. S-au folosit în acest sens solvenții cei mai uzuali: furfurol, fenol și duosol.

Pentru documentare se vor expune mai jos caracteristicile principale ale țițeiului studiat după datele de laborator.

I. DATE DE LABORATOR

Țițeiul a fost analizat pentru stabilirea caracteristicilor fizico-chimice și a potențialului de produse albe și uleiuri.

a. *Caracteristicile fizico-chimice ale țițeiului*

Densitate +20°C	0,905.
Conținut apă	0,2%.
Conținut cloruri	1,7 kg/vag.
Viscozitate la +20°C	8,08°E.
Viscozitate la +50°C	2,36°E.
Punct inflamabilitate *M*	112°C.
Punct inflamabilitate *MP*	88°C.
Aciditate organică	0,76 mg KOH/g.
Sulf total (bombă)	0,37%.
Punct de congelare	−54°C.
Conținut de parafină	lipsă
Curba de distilare STAS	
Inițial	216°C.
5%	248.
10%	270.
20%	297.
30%	310.
40%	330.
50%	350.
55%	360.

Pentru stabilirea compoziției chimice a țițeiului s-a folosit metoda *n-d-M*, care stabilește compoziția diverselor elemente structurale ale hidro-

Tabela 1

Fracțiunea	Limite de distilare, °C	d_4^{20}	η_4^{20}	Greut. mol.	Distribuția carbonului			Numărul mediu de cicluri în moleculă	
					C_A	C_N	C_P	aromatice K_A	naftenice K_N
I	200—250	0,8556	1,4691	194	5,90	54,70	39,40	0,14	1,50
II	250—300	0,8676	1,4760	213	7,74	51,91	40,35	0,20	1,61
III	300—350	0,8925	1,4920	235	16,06	44,97	38,97	0,40	1,70
IV	350—400	0,9115	1,5055	280	19,96	37,59	42,45	0,63	1,82
V	400—450	0,9204	1,5108	320	20,23	35,37	44,40	0,83	1,90
VI	450—500	0,9274	1,5157	388	20,47	29,83	49,70	1,03	2,04
VII	500—550	0,9353	1,5209	488	20,75	27,03	52,22	1,29	2,41

Notă. Fracțiunile I și II au fost obținute la balon Würtz, iar fracțiunile III—VII la balon Claisen, la presiunea de 4 mm col. Hg.

carburilor, și anume ale ciclurilor aromatice și naftenice și ale catenelor parafinice.

Compoziția elementelor structurale ale fracțiunilor obținute din țițeiului este dată în tabela 1.

Din această tabelă rezultă că țițeiul analizat are un caracter pronunțat naftenic, ceea ce explică temperaturile de congelare scăzute și indicii de viscozitate pozitivi.

b. *Potențialul în produse albe după Stratford și caracteristicile produselor obținute*

Potențialul în produse albe a fost stabilit în laborator după metoda Stratford, iar produsele obținute au avut caracteristici apropiate cu ale

	Benzină	Petrol	Motorină	Păcură
Conținut aromatice, %	—	11,2	—	—
Cocs, %	—	—	0,017	2,74
Gudroane, %	—	—	—	36,0
Curba de distilare STAS				
Inițial, °C	81	203	275	243
10%	109	217	285	300
20%	118	226	290	346
30%	126	231	293	360
40%	135	239	296	—
50%	144	250	299	—
60%	154	257	303	—
70%	165	264	307	—
80%	173	273	312	—
90%	181	283	318	—
Final	201	297	335	—

Tabela 2

Fracțiune	Randament, %	Visc. + 20 °C, °E	Visc. + 50 °C, °E	Visc. +100°C, °E	IVDD	Punct congelare, °C	Cocs, %	Punct înmuiere *I* și *B*, °C
I	39,23	3,7	1,67	—	+29,6	—62	—	—
II	11,33	—	3,70	—	+23,8	—42	—	—
III	11,50	—	8,30	—	+35,2	—32	—	—
IV	12,85	—	20,01	—	+30,6	—22	—	—
V	9,83	—	—	4,33	+46,6	—14	—	—
Asfalt.	13,33	—	—	—	—	—	13,5	29,5
Pierd.	1,93	—	—	—	—	—	—	—
	100,00%							

produselor realizate în instalația de distilare atmosferică.

Potențialul în produse albe

Benzină totală	3,74%
Petrol	22,23%
Motorină	2,73%
Păcură	70,30%
Pierderi	1,00%
	100,00%

Caracteristicile produselor obținute

	Benzină	Petrol	Motorină	Păcură
Densitate +20°C	0,787	0,857	0,880	0,925
Viscozitate +20°C, °E	—	—	2,26	—
Viscozitate +50°C, °E	—	—	1,35	5,70
Punct inflam. *AP*, °C	—	75	110 (M)	175 (M)
Punct congelare, °C	—	—80 (fluid)	—75	—37
Indice Diesel	—	45,9	43,2	—

c. *Potențialul în uleiuri al păcurii obținute la Stratford*

Potențialul în uleiuri a fost stabilit în laborator prin distilarea păcurii la balon Claisen, la presiunea de 4 mm col. Hg. Randamentul și caracteristicile principale ale uleiurilor sînt redate în tabela 2.

În instalațiile DA și DV s-au realizat produse similare cantitativ și calitativ cu acelea obținute în laborator. Regimul tehnologic la instalațiile DA și DV a fost stabilit după datele obținute în laborator, realizîndu-se o corelație satisfăcătoare între rezultatele obținute în laborator și cele în instalații.

II. MATERII PRIME

Pentru încercările de solventare s-au folosit uleiurile obținute industrial la instalația DV. 1 și de dezasfaltare, ale căror caracteristici fizico-chimice sînt prezentate în continuare.

a. *Uleiuri distilate* DV. 1

Uleiurile au fost obținute direct pe instalația DV. 1 din păcură neutralizată de la distilarea primară, care a avut următoarele caracteristici :

Densitatea la +20°C	0,938.
Viscozitatea la +50°C, °E	19,8.
Punct inflamabil. *M*,°C	209.
Punct congelare, °C	−24.
Cocs, %	4,3.

Fracțiunile de ulei distilate pe instalația DV.1 luate în considerație pentru încercările de solventare sînt produse care se obțin în mod curent.

Aceste fracțiuni de ulei au fost astfel alese încît ele să poată reprezenta o bază potrivită pentru fabricarea unor uleiuri de motoare.

Caracteristicile fracțiunilor de ulei luate în considerare pentru încercările de solventare sînt redate mai jos :

Date analitice	Fr. III DV. 1	Fr. IV DV. 1	Fr. V DV. 1	Fr. VI DV. 1
Densitatea la +20°C	0,924	0,929	0,936	0,937
Viscozitatea la +50°C, cSt	60,1	131,5	292	378
Viscozitatea la +50°C,°E	7,93	17,31	38,4	49,7
Viscozitatea la +100°C, cSt	9,06	14,94	26,12	29,0
Viscozitatea la +100°C, °E	1,89	2,31	3,59	3,94
Punct inflamabilitate *M*,°C	237	261	285	295
Punct inflamabilitate *MP*,°C	220	234	238	256
Punct congelare, °C	−34	−26	−18	−14
Cocs, %	0,065	0,64	1,9	2,8
Aciditate organică, mg KOH/g	0,04	0,05	0,06	0,07
I.V.D.D.	+30,2	+25,6	+34,5	+29,2
Raport viscozitate 50°C, cSt/V. 100°C, cSt	6,25	8,80	11,2	13,0
Cenușă, %	0,0065	0,0015	0,0018	0,0023
Indice de refracție +20°C	1,5140	1,5175	1,5221	1,5230
Greutatea moleculară	370	426	441	462
Analiza ciclurilor	—	—	—	—
C_A	21	21	23	23
C_N	30	28	28	26
C_P	49	51	49	51
Curba de distilare în vid presiune 4 mm col. Hg				
Inițial, °C	198	223	223	225
5 %	213	251	265	258
10 %	220	257	274	269
20 %	237	265	282	282
30 %	245	271	290	293
40 %	251	275	295	303
50 %	256	281	301	312
60 %	262	288	306	319
70 %	268	294	312	325
80 %	274	300	319	329
90 %	284	310	327	355
Final	298	323	342	360/94

b. *Uleiuri reziduale de la dezasfaltare (bright-stock)*

Uleiurile reziduale au fost obținute prin dezasfaltarea reziduului de la coloana DV.1 (asfalt masă) cu propan (rația 6 : 1 vol. propan-asfalt) la temperatura de 45°C. Uleiurile au fost rafinate cu 7—10 % H_2SO_4 în soluția de propan și neutralizate cu soluție de sodă caustică.

Pentru încercările de solventare s-au folosit următoarele uleiuri reziduale :

Date analitice	Ulei rezidual I	Ulei rezidual II
Densitatea la +20°C	0,919	0,920
Viscozitatea la +50°C, cSt	570,0	460,0
Viscozitatea la +50°C, °E	75,0	60,5
Viscozitatea la 100°C, cSt	48,1	41,5
Viscozitatea la 100°C, °E	6,38	5,52
Punct inflamabilitate *M*, °C	>330	>330
Punct inflamabilitate *MP*,°C	258	252
Punct congelare, °C	−6	−8
Cocs, %	1,75	1,27
Aciditate organică, mg KOH/g	0,06	0,06
I.V.D.D.	+76,8	+74,7
Raport visc. 50°C, cSt/visc. 100°C, cSt	11,9	11,1
Cenușă, %	0,015	0,015
Indice de refracție la +20°C	1,5079	1,5083
Greutate moleculară	605	614
Analiza ciclurilor	—	—
C_A	13	12
C_N	28	30
C_P	59	58

c. *Ulei total de la dezasfaltare*

Păcura provenită din instalația DA a fost supusă dezasfaltării cu propan la temperatura de 45°C și rația propan-păcură 6 :1 vol. Uleiul total obținut a fost rafinat cu 10 % H_2SO_4 în soluție de propan.

S-a obținut un ulei total care a avut următoarele caracteristici :

Densitatea la +20°C	0,914
Viscozitatea la +50°C, °E	11,5
Viscozitatea la +100°C, °E	2,08
Punct de congelare, °C	−35
Punct inflamab. *M*, °C	204
I.V.D.D.	61
Aciditate organică, mg KOH/g	0,05
Cocs, %	0,72
Culoare Union	4+
Cenușă, %	0,006

Uleiul total din instalația de dezasfaltare a fost fracționat în laborator la balon Claisen la presiunea de 4 mm col. Hg, obținîndu-se un ulei ușor (Spindel) și un ulei greu.

Fracționarea s-a condus în așa fel încît să se obțină un ulei greu cu punct de inflamabilitate corespunzător.

Randamentul fracțiunilor de ulei și caracteristicile lor sînt redate mai jos :

Date analitice	Ulei ușor	Ulei greu
Randament pe ulei supus, %	15	83
Densitate la +20°C	—	0,920
Viscozitate la +50°C, cSt	12	137,0
Viscozitate la +50°C, °E,	2,02	18,0
Viscozitate la +100°C, cSt	—	16,7
Viscozitate la +100°C, °E	—	2,5
Punct inflamabilitate *M*, °C	—	248
Punct inflamabilitate *MP*, °C	—	232
Punct congelare, °C	−55	−26
Cocs, %	—	0,76
Aciditate organică, mg KOH/g	—	0,035
I.V.D.D.	—	−55
Raport visc. 50°C, cSt/visc. 100°C, cSt	—	8,2
Indice refracție +20°C	—	1,5101
Greutate moleculară	—	374
Analiza ciclurilor		
C_A	—	19
C_N	—	31
C_P	—	50
Curba de distilare în vid la presiunea de 4 mm col. Hg		
Inițial, °C	—	200
5 %	—	212
10 %	—	219
20 %	—	231
30 %	—	242
40 %	—	255
50 %	—	270
60 %	—	288
70 %	—	313
80 %	—	344
90 %	—	350/82
Final	—	—

Materiile menționate au constituit baza pentru încercările de solventare cu furfurol, fenol și duosol.

III. ÎNCERCĂRI DE SOLVENTARE (METODA DE LUCRU ȘI REZULTATELE OBȚINUTE)

În laborator s-au făcut încercări de solventare cu furfurol, fenol și duosol în diferite condiții. S-au ales acești solvenți mai reprezentativi, care au și o largă aplicare industrială în multe țări. S-a acordat o atenție deosebită solventării cu furfurol, deoarece în țara noastră există experiența necesară în exploatarea acestui proces tehnologic.

a. *Solventare cu furfurol*

Solventarea s-a făcut într-un balon de sticlă de 2 l cu fund rotund, prevăzut cu un agitator mecanic, în care s-au introdus 500 g ulei. Încălzirea balonului s-a făcut pe o baie de ulei. Rația solvent-ulei și temperatura de solventare au fost astfel variate încît să se obțină o întreagă gamă de rezultate.

Solventarea s-a condus după principiul extracției repetate (discontinuu). Decantarea fazelor s-a făcut într-o pîlnie de separație, la temperatura de aproximativ 90°C. Furfurolul din ulei a fost îndepărtat prin distilare în vid. Rezultatele obținute la solventare sînt redate în tabelele 3, 4, 5, 6, 7, 8 și 9 pentru fiecare din materiile prime indicate.

Din încercările de solventare cu furfurol a componenților de bază rezultă următoarele :

— Fracțiunile de ulei distilat își îmbunătățesc indicii de viscozitate cu 35—40 unități.

— Uleiurile reziduale și uleiul total fracționat își îmbunătățesc indicii de viscozitate într-o măsură mai redusă.

— Rația furfurol-ulei 3 :1 se poate considera optimă. Mărind rația furfurol-ulei nu se mai obține nici un avantaj în ceea ce privește I.V.D.D. și conținutul de cocs.

— Temperatura de solventare optimă pentru uleiurile distilate este de 100°C. La temperatura de 120°C se observă o ușoară scădere a selectivității furfurolului.

— Temperatura de solventare optimă pentru uleiurile reziduale și uleiul total fracționat este de 120°C.

— Prin solventare se reduc sensibil conținutul de cocs și aciditatea organică și se ameliorează culoarea uleiurilor.

Tabela 3

FRACȚIUNEA III – SOLVENTATĂ CU FURFUROL

Date analitice	Rația furfurol-ulei 2 :1			Rația furfurol-ulei 3 :1		
	120°C	100°C	90°C	120°C	100°C	90°C
Randament, %	74	74	79	69	70	72
Densitatea la +20°C	0,896	0,896	0,900	0,889	0,892	0,893
Visc. la +50°C, cSt	45	45	47,5	43	43	43,5
Viscozitate la +50°C, °E	5,98	5,98	6,3	5,7	5,7	5,78
Viscozitate +100°C, cSt	8,2	8,1	8,3	8,0	8,0	8,0
Viscozitate la +100°C, °E	1,67	1,66	1,68	1,65	1,65	1,65
Punct inflamabilitate *M*, °C	240	238	239	239	238	238
Punct congelare, °C	−20	−22	−26	−20	−22	−24
Cocs, %	0,008	0,01	0,027	0,0085	0,005	0,005
Aciditate organică, mg KOH/g	0,035	0,040	0,035	0,035	0,035	0,035
Raport visc. 50°C, cSt/visc. 100°C, cSt	5,48	5,56	5,72	5,37	5,37	5,44
I.V.D.D.	65,9	62,4	59,6	67,0	66,6	67,0

Tabela 4

FRACȚIUNEA IV – SOLVENTATĂ CU FURFUROL

Date analitice	Rația furfurol-ulei 2 : 1			Rația furfurol-ulei 3 : 1		
	120°C	100°C	90°C	120°C	100°C	90°C
Randament, %	74	74	78	70	70	72
Densitate la +20°C	0,900	0,900	0,905	0,897	0,897	0,898
Viscozitate la +50°C, cSt	84,0	84,0	89,0	80,0	78,0	80,0
Viscozitate la 50°C, °E	11,07	11,07	11,73	10,50	10,28	10,54
Viscozitate la 100°C, cSt	12,4	12,2	12,8	12,20	11,9	12,1
Viscozitate la +100°C, °E	2,06	2,04	2,1	2,04	2,01	2,03
Punct inflamabilitate *M*, °C	263	262	262	265	262	263
Punct congelare, °C	−22	−20	−25	−20	−20	−24
Cocs, %	0,10	0,10	0,10	0,08	0,087	0,085
Aciditate organică, mg KOH/g	0,035	0,045	0,040	0,035	0,035	0,035
Raport visc. 50°C, cSt/visc. 100°C, cSt	6,77	6,88	6,95	6,56	6,55	6,61
I.V.D.D.	63,9	64,0	59,7	67,2	66,9	67,0

Tabela 5

FRACȚIUNEA V – SOLVENTATĂ CU FURFUROL

Date analitice	Rația furfurol-ulei 2 : 1			Rația furfurol-ulei 3 : 1			Rația furfurol-ulei 4 : 1		
	120°C	100°C	90°C	120°C	100°C	90°C	120°C	100°C	90°C
Randament, %	72	72	75	68	68	71	65	67	67
Densitate la +20°C	0,908	0,907	0,909	0,904	0,902	0,905	0,902	0,900	0,901
Viscozitate la +50°C, cSt	160,0	158,0	164,0	150,6	148,0	154,0	145,0	143,0	143,0
Viscozitate la +50°C, °E	21,06	20,8	21,58	19,75	19,48	20,27	19,0	18,82	18,56
Viscozitate la +100°C, cSt	19,7	19,3	19,7	19,0	18,7	19,0	18,5	18,3	18,3
Viscozitate la +100°C, °E	2,83	2,80	2,83	2,75	2,72	2,75	2,70	2,76	2,78
Punct inflamabilitate *M*, °C	287	287	289	286	288	287	287	287	289
Punct congelare, °C	−18	−18	−20	−20	−18	−20	−20	−20	−20
Cocs, %	0,38	0,39	0,37	0,27	0,27	0,27	0,27	0,25	0,25
Aciditate organică, mg KOH/g	0,040	0,050	0,050	0,045	0,040	0,040	0,035	0,040	0,035
Raport visc. 50°C, cSt/visc. 100°C cSt	8,12	8,20	8,30	7,95	7,91	8,10	7,83	7,80	7,80
I.V.D.D.	63,6	64,6	64,0	69,0	69,8	67,8	69,7	71,0	69,0

Tabela 6

FRACȚIUNEA VI – SOLVENTATĂ CU FURFUROL

Date analitice	Rația furfurol-ulei 2 : 1			Rația furfurol-ulei 3 : 1			Rația furfurol-ulei 4 : 1		
	120°C	100°C	90°C	120°C	100°C	90°C	120°C	100°C	90°C
Randament, %	72	72	75	68	68	70	65	64	65
Densitate la +20°C	0,908	0,907	0,910	0,906	0,904	0,906	0,905	0,900	0,903
Viscozitate la +50°C, cSt	179,0	182,0	184,0	169,0	167,0	173,0	166,0	158,0	163,0
Viscozitate la +50°C, °E	23,56	23,95	24,21	22,24	21,98	22,77	21,85	20,79	21,45
Viscozitate la + 100°C, cSt	21,3	21,2	21,5	20,2	20,2	20,9	20,1	19,9	19,5
Viscozitate la +100°C, °E	3,02	3,01	3,04	2,89	2,89	2,97	2,88	2,86	2,81
Punct inflamabilitate *M*, °C	298	298	296	297	298	298	299	297	297
Punct congelare, °C	−16	−16	−16	−16	−16	−16	−17	−18	−18
Cocs, %	0,42	0,42	0,43	0,42	0,42	0,45	0,33	0,31	0,43
Aciditate organică, mg KOH/g	0,050	0,055	0,050	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045
Raport visc. 50°C, cSt/visc. 100°C, cSt	8,40	8,58	8,55	8,36	8,26	8,28	8,24	7,94	8,36
I.V.D.D.	66,4	64,0	66,0	71,0	69,4	67,0	71,0	73,0	69,6

b. *Solventare cu fenol*

Solventarea s-a făcut cu aceeași aparatură ca și la încercările cu furfurol. Rația solventului a fost variată, pentru a obține date mai complete. De asemenea, s-a lucrat și cu fenol care avea un conținut de 5% apă, în scopul verificării selectivității.

Solventarea s-a condus după principiul extracției repetate (discontinuu). Decantarea fazelor s-a realizat într-o pîlnie de separație la

Tabela 7

ULEI REZIDUAL I (BRIGHT-STOCK) SOLVENTAT CU FURFUROL

Date analitice	Raţia furfurol-ulei 3 : 1, 120°C	Raţia furfurol-ulei 4 : 1, 120°C
Randament, %	84	82
Densitate la +20°C	0,907	0,906
Viscozitate la +50°C, cSt	455,0	452,0
Viscozitate la +50°C, °E	59,8	59,5
Viscozitate la +100°C, cSt	41,5	41,5
Viscozitate la +100°C, °E	5,54	5,54
Punct inflamabilitate *M*, °C	>330	>330
Punct congelare, °C	−6	−6
Cocs, %	0,80	0,80
Aciditate organică, mg KOH/g	0,06	0,60
Raport visc. 50°C, cSt/visc. 100°C, cSt	10,9	10,8
I.V.D.D.	81,9	82,9

ventarea cu furfurol. Raţia fenol-ulei 3 :1 se poate considera optimă. Randamentul în ulei este mai mic decît acela realizat prin solventare cu furfurol. Folosind fenol cu 5% apă s-au putut obţine randamente ameliorate, faţă de solventarea cu fenol anhidru. S-a constatat o uşoară scădere a I.V.D.D. la solventarea cu fenol umed.

c. *Solventarea cu duosol*

Solventarea cu duosol s-a aplicat la uleiurile reziduale şi grele care au o valoare mare pentru cifra de cocs Conradson. În acest scop s-au folosit Selecto numărul trei, care conţine 40% fenol şi 60% crezoli, şi propan tehnic, care are un conţinut de aproximativ

Tabela 8

ULEI REZIDUAL II (BRIGHT-STOCK) SOLVENTAT CU FURFUROL

Date analitice	Raţia furfurol-ulei 3 : 1		Raţia furfurol-ulei 4 : 1	
	120°C	100°C	120°C	100°C
Randament, %	79	80	79	80
Densitate la + 20°C	0,907	0,909	0,904	0,908
Viscozitate la + 50°C, cSt	375,0	410,0	370,0	390,0
Viscozitate la + 50°C, °E	49,3	53,9	48,7	51,3
Viscozitate la + 100°C, cSt	37,5	40	37,5	38,5
Viscozitate la + 100°C, °E	5,02	5,33	5,02	5,14
Punct inflamabilitate *M*, °C	>330	>330	>330	>330
Punct congelare, °C	−10	−10	−10	−10
Cocs, %	0,66	0,81	0,70	0,82
Aciditate organică, mg KOH/g	0,06	0,06	0,06	0,06
Raport visc. 50°C, cst/visc. 100°C, cSt	10,0	10,3	9,86	10,2
I.V.D.D.	84,6	83,1	86,0	85,5

Tabela 9

ULEI TOTAL FRACŢIONAT SOLVENTAT CU FURFUROL

Date analitice	Raţia furfurol-ulei 2 : 1			Raţia furfurol-ulei 3 : 1			Raţia furfurol-ulei 4 : 1		
	120°C	100°C	90°C	120°C	100°C	90°C	120°C	100°C	90°C
Randament, %	80	80	80	75	76	75	70	70	70
Densitate la +20°C	0,903	0,904	0,905	0,900	0,899	0,902	0,898	0,899	0,899
Viscozitate la +50°C, cSt	123,0	126,0	125,0	122,0	120,0	124,0	120,0	121,0	120,0
Viscozitate la +50°C, °E	16,19	16,59	16,45	16,06	15,80	16,32	15,80	15,93	15,80
Viscozitate la +100°C, cSt	16,50	16,60	16,40	16,90	16,50	16,30	16,70	16,70	16,60
Viscozitate la +100°C, °E	2,48	2,49	2,47	2,52	2,48	2,46	2,50	2,50	2,49
Punct inflamabilitate *M*, °C	250	248	248	252	249	248	248	248	250
Punct congelare, °C	−26	−26	−26	−28	−26	−26	−28	−26	−26
Cocs, %	0,46	0,52	0,50	0,41	0,50	0,52	0,42	0,40	0,45
Aciditate organică, mg KOH/g	0,030	0,030	0,030	0,035	0,030	0,030	0,035	0,035	0,035
Raport visc. 50°C, cSt/visc. 100°C, cSt	7,45	7,59	7,62	7,22	7,27	7,48	7,18	7,24	7,23
I.V.D.D.	71,0	69,0	70,0	7,57	70,0	68,9	79,0	76,7	74,0

temperatura de 70°C. Fenolul din ulei a fost îndepărtat prin distilare în vid. Rezultatele obţinute la solventarea uleiurilor distilate şi a uleiurilor reziduale sînt prezentate în tabelele 10 şi 11.

Din încercările de solventare cu fenol a componenţilor de bază rezultă următoarele : fracţiunile îşi îmbunătăţesc calităţile prin solventare cu fenol, realizîndu-se aceleaşi efecte ca şi la sol-

94 −95% C_3. Solventarea s-a făcut într-un vas de presiune, de formă cilindrică, cu capetele conice, avînd un volum de 12 l. Vasul este prevăzut cu o manta exterioară de încălzire. Încălzirea se face barbotînd abur în apa care umple spaţiul liber dintre vas şi manta. După ce s-a introdus uleiul Selecto şi propanul se agită totul prin învîrtirea vasului de presiune în jurul unui ax perpendicular pe înălţimea sa. Agitarea

Tabela 10

FRACŢIUNI DISTILATE DV.1 SOLVENTATE CU FENOL

Date analitice	Fracţiunea III			Fracţiunea IV			Fracţiunea V			Fracţiunea VI		
	fenol anh. raţia 1 : 1 60°C	fenol anh. raţia 3 : 1 60°C	fenol + 5% apă raţia 3 : 1 70°C	fenol anh. raţia 3 : 1 70°C	fenol anh. raţia 3 : 1 70°C	fenol +5% apă raţia 3 : 1 70°C	fenol anh. raţia 1,2 : 1 70°C	fenol anh. raţia 3 : 1 70°C	fenol + 5% apă raţia 3 : 1 70°C	fenol anh. raţia 1,5 : 1 70°C	fenol anh. raţia 3 : 1 70°C	fenol +5% apă raţia 3 : 1 70°C
Randament, %	79	56	60	83	60	65	82	60	67	77	60	67
Densitate la + 20°C	0,909	0,889	0,892	0,913	0,897	0,898	0,918	0,901	0,906	0,916	0,904	0,908
Viscozitate la + 50°C, cSt	50,5	42,5	43,5	99,0	78,0	80,0	198,0	144,0	165,0	208,0	162,0	182,0
Viscozitate la + 50°C, °E	6,69	5,65	5,78	13,0	10,3	10,54	26,0	18,9	21,70	27,4	21,3	23,95
Viscozitate la + 100°C, cSt	8,5	8,1	8,0	13,3	12,0	12,0	21,9	18,7	19,3	22,9	20,0	21,1
Viscozitate la + 100°C, °E	1,69	1,63	1,65	2,15	2,00	2,0	3,08	2,70	2,79	3,20	2,87	3,00
Punct inflamabilitate *M*,°C	240	242	238	263	261	265	288	285	286	295	300	297
Punct congelare, °C	−34	−28	−32	−26	−26	−30	−18	−19	−20	−18	−18	−17
Cocs, %	0,055	0,02	0,015	0,30	0,075	0,14	0,84	0,30	0,32	1,06	0,41	0,56
Aciditate organică, mg KOH/g	0,015	0,030	0,030	0,030	0,035	0,040	0,035	0,035	0,030	0,035	0,040	0,040
Raport visc. 50°C, cSt/visc. 100°C, cSt	5,94	5,2	5,44	7,45	6,50	6,66	9,04	7,7	8,50	9,08	8,10	8,62
I.V.D.D.	50,8	67,5	66,9	50,0	67,0	67,0	54,0	70,0	67,6	59,7	69,0	66,0

Tabela 11

ULEIURI REZIDUALE DE LA DEZASFALTARE SOLVENTATE CU FENOL

Date analitice	Ulei rezidual I			Ulei rezidual II		
	fenol anh. raţia 1,5 : 1 70°C	fenol anh. raţia 3 : 1 70°C	fenol + 5% apă raţia 3 : 1 70°C	fenol anh. raţia 1,5 : 1 70°C	fenol anh. raţia 3 : 1 70°C	fenol + 5% apă raţia 3 : 1 70°C
Randament, %	90	83	92	91	82	92
Densitate la +20°C	0,913	0,908	0,909	0,912	0,905	0,909
Viscozitate la + 50°C, cSt	520	460	480, 0	420	392,0	405,0
Viscozitate la + 50°C, °E	68,4	60,5	63,2	55,3	51,6	53,3
Viscozitate la + 100°C, cSt	44,5	43,0	43,8	40,0	39,0	39,7
Viscozitate la + 100°C, °E	5,9	5,7	5,82	5,33	5,21	5,30
Punct inflamabilitate *M*, °C	>330	>330	>330	>330	>330	>330
Punct congelare, °C	−6	−5	−5	−7	−10	−10
Cocs, %	1,2	0,82	0,95	1,02	0,82	0,98
Aciditate organică, mg KOH/g	0,035	0,040	0,040	0,040	0,040	0,060
Raport visc. 50°C, cst/visc. 100°C, cSt	11,6	10,7	10,9	10,8	10,0	10,2
I.V.D.D.	78,0	83,0	82,2	77,2	84,3	86,0

durează o oră, apoi se lasă totul la decantare timp de trei ore, pentru a asigura o cît mai bună separare a fazelor. În vasul de presiune, extractul + Selecto se depune ca strat inferior, iar ca strat superior se separă rafinatul dizolvat în propan.

Extractul şi rafinatul se depropanizează, iar apoi se procedează la recuperarea fenolcrezolului prin distilare în vid.

Rezultatele obţinute la solventare sînt redate în tabelele de mai jos :

FRACŢIUNI DISTILATE ŞI ULEI TOTAL FRACŢIONAT SOLVENTATE CU DUOSOL

Date analitice	Fr. V–DV. 1 500% Selecto 400% propan 40°C	Fr. VI. DV. 1 500% Selecto 400% propan 40°C	Ulei total fracţionat 500% Selecto 400% propan 40°C
Randament, %	50	50	50
Densitate la +20°C	0,896	0,897	0,893
Viscozitate la +50°C, cSt	123,0	137,0	95,4
Viscozitate la +50°C,°E	16,19	18,03	12,57
Viscozitate la +100°C, cSt	16,90	18,40	14,6
Viscozitate la +100°C, °E	2,52	2,69	2,28
Punct inflamabilitate *M*, °C	277	286	241
Punct congelare, °C	−18	−12	−28
Cocs, %	0,30	0,31	0,20
Aciditate organică, mg KOH/g	0,050	0,050	0,035
Raport visc. 50°C, cSt/visc. 100°C, cSt	7,28	7,44	6,53
I.V.D.D.	7,55	75,0	77,7

S-au făcut încercări de solventare a uleiurilor reziduale şi la temperatura de 60°C, însă rezultatele au fost complet nesatisfăcătoare. Rezultatele solventării uleiului rezidual cu 300% Selecto şi 400% propan la temperatura de 60°C sînt date mai jos :

Randament, %	32
Viscozitate + 50°C, cSt	305,0
Viscozitate + 50°C, °E	40,0
Viscozitate + 100°C, cSt	32,5
Viscozitate + 100°C, °E	4,38
Punct inflamab litate *M*, °C	>330
Punct congelare, °C	−6
Cocs, %	0,50
Aciditate organică, mg KOH/g	0,040
I.V.D.D.	84,1

Din încercările de solventare se pot desprinde următoarele : uleiurile distilate îşi îmbunătăţesc calitatea, realizîndu-se acelaşi efect ca şi la solventarea cu furfurol sau fenol. Uleiul rezidual îşi reduce valoarea cocsului Conradson la aproximativ 0,5%, mai redus decît la solventare cu furfurol sau fenol. Raţia optimă ulei-Selecto-propan este 1 : 5 : 4 ; la raţii mai mari nu se obţin rezultate mai bune. Temperatura de solventare de 40°C se poate considera satisfăcătoare, la temperatura de 60°C se obţin randamente prea mici, iar calitatea produsului nu se mai îmbunătăţeşte.

CONCLUZII

Solventarea fracţiunilor de ulei obţinute din ţiţeiul naftenic studiat prezintă interes pentru economia noastră. Din încercările făcute se pot trage următoarele concluzii :

1. Fracţiunile distilate şi uleiurile reziduale se pot solventa convenabil cu furfurol, fenol sau duosol, obţinîndu-se randamente satisfăcătoare.

2. Calitatea produselor obţinute prin solventare este sensibil îmbunătăţită. Se ameliorează I.V.D.D., se reduce cocsul Conradson şi se obţin culori mai bune, fără rafinare cu acid sulfuric şi sondafin. Se obţin valori mici pentru cocs Conradson la uleiurile reziduale (bright-stock) prin solventare cu duosol.

ULEI REZIDUAL II (BRIGHT-STOCK) SOLVENTAT CU DUOSOL

Date analitice	I 300% Selecto 400% propan 40°C	II 400% Selecto 400% propan 40°C	III 500% Selecto 400% propan 40°C	IV 600% Selecto 400% propan 40°C
Randament, %	70	65	62	57
Densitate la +20°C	0,905	0,905	0,903	0,899
Viscozitate la +50°C, cSt	345,0	345,0	325,0	310,0
Viscozitate +50°C, °E	45,4	45,4	42,5	40,8
Viscozitate +100°C, cSt	35,7	36,0	34,5	34,0
Viscozitate +100°C, °E	4,80	4,82	4,64	4,57
Punct inflamabilitate *M*, °C	>330	>330	325	325
Punct congelare, °C	−6	−6	−6	−6
Cocs, %	0,63	0,60	0,52	0,56
Aciditate organică, mg KOH/g	0,035	0,040	0,035	0,035
Raport visc. 50°C cSt/visc. 100°C,cSt	9,66	9,60	9,42	9,11
I.V.D.D.	82,5	82,6	84,3	84,5

3. Uleiurile solventate au congelări naturale foarte scăzute, fără să fie necesar procesul costisitor de deparafinare cu solvenţi.

4. Din fracţiunile solventate cu furfurol şi duosol s-au putut prepara uleiurile speciale de aviaţie MS-20 şi MK-22 conform GOST 1013-49.

5. Este interesant de studiat în continuare *posibilităţile de utilizare a fracţiunilor solventate pentru diferite motoare, după aditivare cu amelioratori de* I.V. *detergenţi, antioxidanţi etc.*

Prin solventarea fracţiunilor de ulei provenite din acest ţiţei se poate ridica sensibil nivelul tehnic al producţiei de uleiuri, pornind de la alte materii prime decît acelea studiate pînă astăzi.

O nouă metodă de trasare a curbei de vaporizare în echilibru prin calcul

Dr. ing. R. C. ȚUNESCU

Problema vaporizării în echilibru a amestecurilor complexe prezintă două aspecte : *1*) stabilirea proporției în care se găsesc prezente cele două faze rezultate în cursul vaporizării în echilibru și *2*) determinarea compoziției fazelor de vapori și lichid aflate în echilibru, deci repartiția componenților considerați în cele două faze [1, 2, 3].

Este binecunoscută importanța curbei *VE*, trasată în axele procente vaporizate—temperatura sau $x-y$, în proiectarea și conducerea instalațiilor pentru distilarea amestecurilor complexe.

Cercetările efectuate ne-au permis elaborarea unei noi metode pentru calculul curbei *VE*, trasată în axele de coordonate % vaporizate—temperatura, plecînd de la curba de distilare PRF, care se deosebește fundamental de metodele empirice folosite în prezent.

În stabilirea unei metode raționale de calcul al curbei *VE* plecînd de la curba PRF, s-a pornit de la faptul că, într-un amestec complex, produs petrolier, influența reciprocă a fracțiunilor ușoare și grele este factorul care determină temperatura la care are loc vaporizarea lor în condiții de vaporizare în echilibru.

Ideea de bază a fost să se fixeze pe curba de referință doi componenți-cheie, convenabil aleși, ale căror temperaturi medii de fierbere modificate, datorită influenței lor reciproce, să reprezinte puncte cu ajutorul cărora să se traseze curba *VE*. Ne-am fixat asupra următorilor componenți-cheie :

a) Componentul-cheie nr. 1, fracțiunea care distilă în limitele 10—30% pe curba de referință (*PRF*) și are temperatura medie de fierbere corespunzătoare punctului de 20% (fig. 1).

b) Componentul-cheie nr. 2, fracțiunea care distilă în limitele 70—90% pe curba de referință (*PRF*) și are temperatura medie de fierbere corespunzătoare punctului de 80% (fig. 1).

Alegerea acestor doi componenți a rezultat din observațiile făcute asupra metodelor de corelare folosite în prezent, și justețea ei a fost confirmată prin verificări experimentale.

Cei doi componenți au fost asimilați cu două hidrocarburi, avînd temperaturile de fierbere egale cu temperaturile medii de fierbere ale componenților.

TEMPERATURA LA CARE SE PRODUCE VAPORIZAREA COMPONENTULUI-CHEIE NR. 1 ÎN CONDIȚII DE VAPORIZARE ÎN ECHILIBRU

Datorită prezenței componentului-cheie nr. 2, mai puțin volatil, componentul-cheie nr. 1 se va vaporiza în condiții de vaporizare în echilibru la o temperatură mai ridicată decît temperatura lui medie de fierbere a cărei valoare se

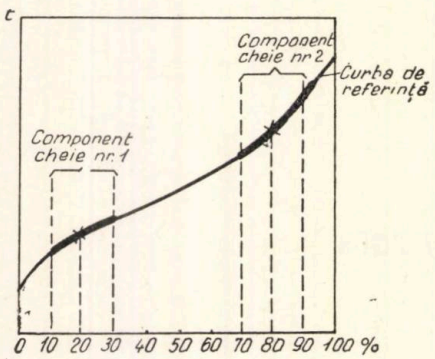


Fig. 1. Fixarea componenților-cheie.

poate determina plecînd de la relația (1), valabilă în cazul unui amestec ideal:

$$P_1 x + P_2(1 - x) = 760, \qquad (1)$$

în care:

P_1 este presiunea de vapori a componentului-cheie nr. 1 în stare pură;

P_2 — presiunea de vapori a componentului-cheie nr. 2 în stare pură;

x — fracțiunea molară a componentului-cheie nr. 1 în amestec cu componentul-cheie nr. 2.

Relația (1) se folosește în modul următor: Cu ajutorul graficului Cox se găsește temperatura la care este satisfăcută relația (1). Această temperatură reprezintă punctul pe curba *VE* la care se produce vaporizarea în condiții de vaporizare în echilibru a componentului-cheie nr. 1.

Deci, curba *VE* va trece prin acest punct de temperatură corespunzător la 20% vaporizate (procentul mediu al componentului-cheie nr. 1).

TEMPERATURA LA CARE SE PRODUCE VAPORIZAREA COMPONENTULUI-CHEIE NR. 2 ÎN CONDIȚII DE VAPORIZARE ÎN ECHILIBRU

Influența componentului-cheie nr. 1 asupra vaporizării componentului-cheie nr. 2 în condiții de vaporizare în echilibru este rațional să fie cercetată plecînd de la relația de vaporizare în prezența unui gaz inert:

$$g = \frac{M_1}{M_2} \cdot \frac{\pi - p}{p}, \qquad (2)$$

în care:

g este cantitatea de gaz inert (de fracțiuni ușoare care acționează ca gaz inert, de component-cheie nr. 1);

M_1 — greutatea moleculară a gazului inert (a fracțiunilor ușoare care acționează ca gaz inert, deci a componentului-cheie nr. 1);

M_2 — greutatea moleculară a vaporizatului (a fracțiunilor grele a căror temperatură de fierbere este redusă, deci a componentului-cheie nr. 2);

π — presiunea totală la care se face vaporizarea, 760 mm col. Hg;

p — presiunea parțială a fracțiunilor grele vaporizate, deci a componentului-cheie nr. 2.

Relația (2) presupune componentul-cheie nr. 1 în totalitatea lui în stare de vapori. În realitate, în produsul petrolier considerat, componentul-cheie nr. 1 se află inițial în stare lichidă și nu acționează în totalitatea lui ca gaz inert asupra componentului-cheie nr. 2 decît în cazul cînd diferența dintre temperaturile de fierbere ale celor doi componenți este destul de mare. Acest fapt face necesară introducerea în relația (2) a unui factor de corecție legat de proporția din componentul-cheie nr. 1 care acționează ca gaz inert.

Ținînd seamă de faptul că în coloanele de distilat țiței se consideră că benzina acționează ca gaz inert față de fracțiunea de petrol și de rezultatele obținute de noi prin verificări experimentale, am considerat că componentul-cheie nr. 1 acționează în totalitatea lui ca un gaz inert atunci cînd diferența dintre temperaturile de fierbere medii ale componenților-cheie nr. 2 și nr. 1 este de 80°C.

În aceste condiții, relația (2) va fi folosită ca atare, fără nici un factor de corecție. Cînd diferența dintre temperaturile medii de fierbere ale componenților este mai mare sau mai mică de 80°C, relația (2) se folosește sub următoarea formă modificată:

$$a.\ g = \frac{M_1}{M_2} \cdot \frac{\pi - p}{p} \qquad (3)$$

în care:

$$a = \frac{t_2 - t_1}{80},$$

unde:

t_2 este temperatura medie de fierbere a componentului-cheie nr. 2;

t_1 — temperatura medie de fierbere a componentului-cheie nr. 1.

Scoţînd valoarea p din relaţia (3), singura necunoscută, şi corectînd cu ajutorul nomogramei de tip AzNII temperatura medie de fierbere a componentului-cheie nr. 2 la presiunea p se obţine cel de-al doilea punct pe curba *VE*.

Prin cele două puncte se trasează curba *VE* aproximată la o dreaptă.

Aplicînd această metodă pentru trasarea curbei *VE* la o serie de produse petroliere de natură diferită şi cu pante diferite, s-au obţinut, faţă de valorile experimentale, deviaţiile redate în tabela 1.

Tabela 1

Produsul	Diferenţa faţă de valorile experimentale, °C	
	punctul de 20%	punctul de 80%
1. Benzină din ţiţei parafinos	0	0
2. Benzină din ţiţei parafinos (panta mai mare)	2	1
3. Benzină din ţiţei intermediar	2	1
4. Amestec benzină — WS din ţiţei intermediar	2	0
5. Amestec WS — petrol din ţiţei intermediar	0	2
6. Petrol din ţiţei parafinos	4	0
7. Benzină din ţiţei asfaltos	6	5
8. Amestec WS + petrol din ţiţei asfaltos	5	7

Din tabelă rezultă că diferenţele sînt destul de mici, mai ales dacă se ţine seamă de faptul că ele sînt considerate pe porţiunile extreme ale curbei, punctele de 20 şi 80% . Diferenţele mai mari la probele 7 şi 8 s-ar putea datora naturii asfaltoase a produselor.

Considerăm că metoda expusă reprezintă o cale principial nouă în domeniul corelării curbelor şi este posibil ca alegînd alţi componenţi-cheie sau restrîngînd domeniul de corelare pe produse să se obţină rezultate şi mai strînse faţă de cele experimentale.

EXEMPLU DE CALCUL

Curba de distilare PRF a unei benzine obţinute din ţiţei parafinos este dată în figura 2.

Componentul-cheie nr. 1, cu temperatura medie de fierbere de 100°C, are proprietăţi similare cu C_7H_{16}, iar componentul-cheie nr.2 cu temperatura medie de fierbere de 181°C are proprietăţi intermediare între $C_{10}H_{22}$ şi $C_{11}H_{24}$ (tabela 2).

Tabela 2

Componentul	Temperatura medie de fierbere, °C	Hidrocarbura cu care s-a asimilat	M	ρ	Fracţiunile molare
1	100	C_7H_{16}	100	0,684	58,3
2	181	între $C_{10}H_{22}$ şi $C_{11}H_{24}$	150	0,735	41,7

TEMPERATURA LA CARE SE PRODUCE VAPORIZAREA COMPONENTULUI-CHEIE NR. 1 ÎN CONDIŢII DE VAPORIZARE ÎN ECHILIBRU

Pentru temperatura de 118°C din graficul Cox rezultă :

$P_1 = 1\,230$ mm col, Hg ; $P_2 = 100$ mm col. Hg.

Aplicăm relaţia (1)

$$1\,230.0{,}583 + 100.0{,}417 = 760.$$

Deci punctul de 20% pe curba *VE* corespunde temperaturii de 118°C. Experimental s-a găsit 120°C.

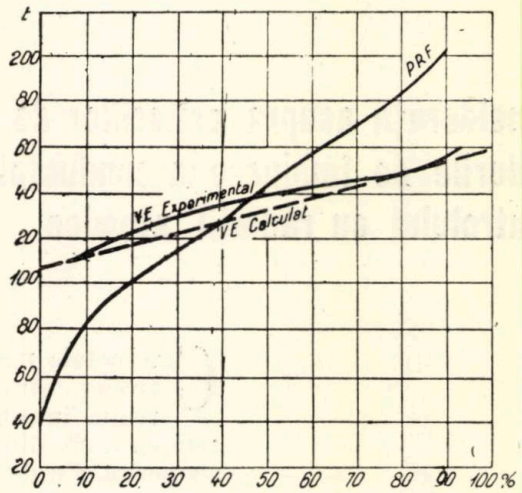


Fig. 2. Exemplu de calcul.

TEMPERATURA LA CARE SE PRODUCE VAPORIZAREA COMPONENTULUI-CHEIE NR. 2 ÎN CONDIŢII DE VAPORIZARE ÎN ECHILIBRU

Deoarece diferenţa dintre temperaturile de fierbere ale celor doi componenţi este de 81°C, folosim relaţia (3) în care $a = 1$:

$$1 = \frac{100}{150} \cdot \frac{760 - p}{p}$$

din care rezultă :

$$p = 304 \text{ mm col. Hg.}$$

Corectînd temperatura medie de fierbere a componentului-cheie nr. 2 la presiunea de 304 mm col. Hg cu ajutorul nomogramei de tip AzNII se găseşte temperatura de 149°C. Experimental s-a găsit 150°C.

În figura 2 au fost trasate curba *VE* calculată (linii întrerupte) şi curba *VE* obţinută experimental (curba continuă).

BIBLIOGRAFIE

[1] Ţunescu, R. C. şi Negoescu, G. *Lucrările Institutului de petrol, gaze şi geologie din Bucureşti, vol.* II, 1956.

[2] Ţunescu, R. C. şi Negoescu, G. *Lucrările Institutului de petrol, gaze şi geologie din Bucureşti,* vol. V, 1958.

[3] Ţunescu, R. C. şi Negoescu, G. *Buletinul Institutului de petrol, gaze şi geologie din Bucureşti,* vol. VI, 1961.

J. 6404/64
LEFORBITVA

Considerații asupra criteriilor de admisibilitate privind sudurile de îmbinare la conductele magistrale pe baza controlului cu radiații atomice

Ing. M. BORU
și
ing. A. FORJE

Conductele magistrale pentru transportul gazelor și al produselor petroliere sînt supuse unor solicitări multiple datorită presiunii de regim interioare, a deformațiilor termice, din cauza variațiilor de temperatură din timpul construcției, precum și datorită pămîntului de acoperire. Pe de altă parte, conductele îngropate sub șosele și căi ferate, precum și cele suspendate de poduri mai sînt solicitate în plus la diferite vibrații, deformații etc. Față de cele de mai sus, rezultă că o sudură de îmbinare la conducte trebuie să fie executată cu o deosebită atenție.

Datorită volumului tot mai mare de construcții de conducte magistrale din țara noastră se impune un control atent și calificat al sudurilor de îmbinare pentru a se asigura funcționarea ulterioară fără pericol de avarie a conductei. Un calcul exact al eforturilor care apar la o conductă în funcțiune nu se poate face, datorită condițiilor complexe în care lucrează conducta. De asemenea, reproducerea la dimensiuni de laborator a fenomenelor reale care se petrec într-o conductă în funcțiune este practic imposibilă. Rămîne deci a se avea în vedere observațiile culese asupra conductelor în funcțiune, construite pînă acum.

Observațiile privind conductele în exploatare au arătat că distrugerile sudurilor de îmbinare se datorează mai ales defectelor din sudură și solicitărilor longitudinale mari. De asemenea și cele mai mari deformații care apar în conducte se localizează tot la îmbinările sudate cu defecte. Lățimea mică a sudurii în raport cu lungimea conductei duce la distrugerea îmbinării sudate cu defecte, chiar la o deformație relativ mică a metalului. Perfecționarea continuă a metodelor de sudură la conductele magistrale mărește viteza de construcție a acestora, scurtînd termenele de dare în exploatare a obiectivelor trasate prin planurile de stat în acest domeniu. Răspîndirea largă a sudurii automate sub strat de flux și perfecționarea metodelor de sudură manuală la poziție cu niplu și fără niplu de oțel interior ridică problema operativității tot mai mari a controlului sudurilor executate la conducte. Este evident că sudurile de îmbinare la conducte trebuie să fie de calitate superioară, deoarece ele lucrează la presiuni mari și timp îndelungat.

O problemă actuală în acest sens este aceea a stabilirii unor criterii științifice care să stea la baza elaborării unor norme de clasificare și admisibilitate a sudurilor executate la conducte pe baza controlului cu radiații atomice.

Mai jos se dau unele rezultate obținute la încercările de rezistență în laborator ale îmbinărilor sudate la conducte și pe baza lor se fac considerații privind defectele de sudură la conducte, precum și condițiile de admisibilitate corespunzătoare.

1. INFLUENȚA DEFECTELOR DE SUDURĂ ASUPRA REZISTENȚEI ÎMBINĂRII SUDATE LA CONDUCTE

Cercetările întreprinse [1] au arătat că defectul care dă cele mai multe ruperi la îmbinările sudate este defectul de nepătrundere de la rădăcina sudurii. În cadrul laboratorului de defectoscopie de la Întreprinderea de montaj conducte magistrale s-a făcut o serie de probe asupra comportării îmbinărilor sudate la conducte. Probele au fost făcute pe epruvete avînd forma și dimensiunile din figura 1.

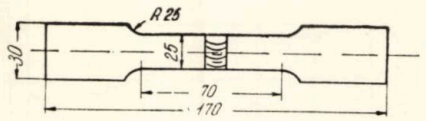


Fig. 1. Dimensiunile epruvetei de probă.

Sudurile au fost executate pe o țeavă sovietică din St. 4 cu $\varnicothing = 529$ mm (20 3/4") cu electrozi E50A.

Îmbinările sudate s-au executat fără niplu interior și cu diverse mărimi ale nepătrunderii la rădăcini. Lățimea interstițiului (rostului) dintre două țevi a fost luată între 0,5 și 3 mm.

Rezultatele obținute prin ruperea acestor epruvete sînt reproduse în figura 2.

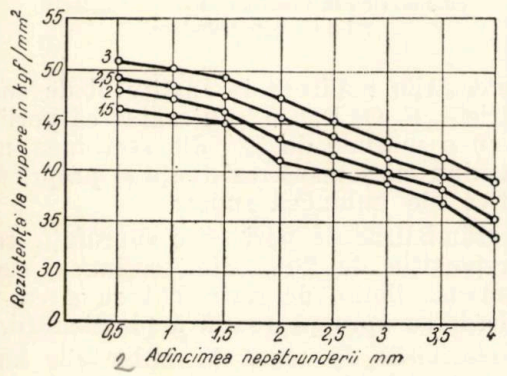


Fig. 2. Rezistența sudurii la rupere în funcție de adîncimea nepătrunderii și mărimea interstițiului.

Din graficul din figura 2 rezultă că începînd de la nepătrunderea de 1,5 mm se constată o scădere apreciabilă a rezistenței îmbinării sudate. Între 0 și 1 mm nepătrunderea aproape că nu influențează asupra rezistenței îmbinării, iar între 1 și 1,5 mm scăderea este mult mai ușoară ca în rest.

Influența nepătrunderii la unghiul de încovoiere pentru epruvete de același tip se vede în figura 3.

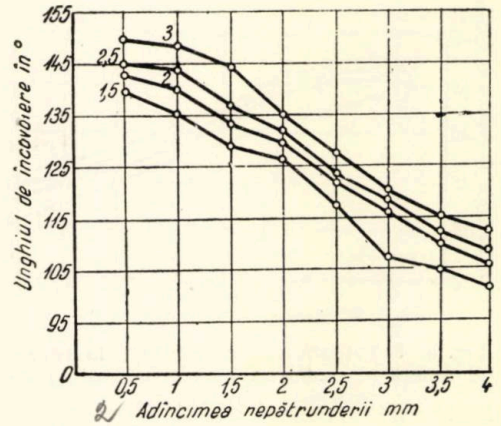


Fig. 3. Unghiul de încovoiere în funcție de adîncimea nepătrunderii și mărimea interstițiului.

Unghiul de încovoiere corespunzător s-a stabilit la apariția primelor fisuri pentru fiecare interstițiu și mărime a nepătrunderii.

Încercările la rezilienă pentru aceleași epruvete se reproduc în figura 4.

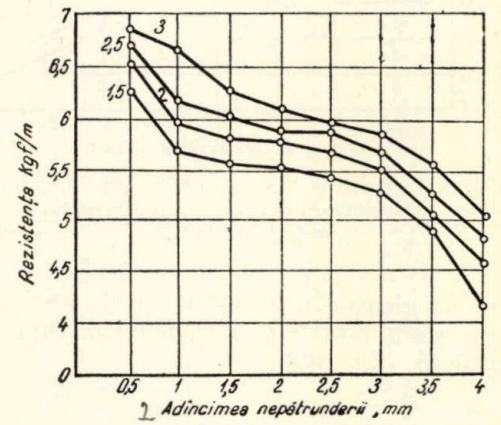


Fig. 4. Rezilienta în funcție de adîncimea nepătrunderii și de mărimea interstițiului.

Diagramele din figurile 2, 3 și 4 s-au obținut pe epruvete cu suprafața sudurii nerabotată (neprelucrată).

Pentru a se vedea influența prelucrării mecanice a cordonului sudat la solicitările exterioare s-au repetat experiențele de mai sus asupra epruvetelor rabotate. Rezultatele obținute cu aceste încercări se reproduc în figurile 5, 6 și 7.

Din graficele obținute în figurile 5, 6 și 7 se constată o micșorare evidentă a caracteristicilor mecanice ale îmbinării în cazul sudurii rabotate (prelucrate). O micșorare evidentă se observă mai ales la unghiul de încovoiere în intervalul nepătrunderii 0,5—1,5 mm. Sudura nerabotată se comportă mai bine decît sudura rabotată.

Acest lucru se poate explica prin faptul că în cazul sudurii rabotate se micşorează secţiunea, şi prin rabotare se îndepărtează o parte a ul-

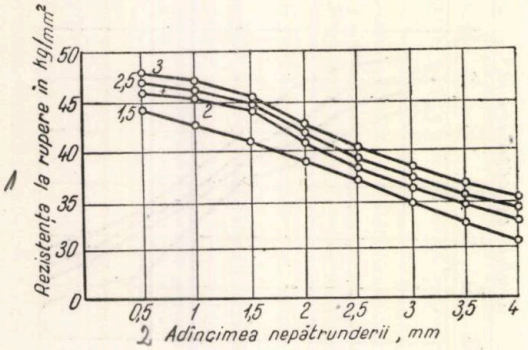


Fig. 5. Rezistenţa sudurii rabotate la rupere în funcţie de adîncimea nepătrunderii şi de mărimea interstiţiului.

timului strat de sudură, care face o legătură bună între masa sudurii şi metalul de bază.

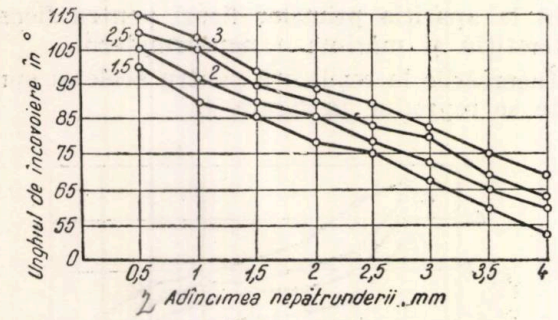


Fig. 6. Unghiul de încovoiere în funcţie de adîncimea nepătrunderii şi mărimea interstiţiului la o sudură rabotată.

Probele efectuate pe epruvete de acelaşi tip pentru sarcini statice şi dinamice sînt reproduse în graficul din figura 8.

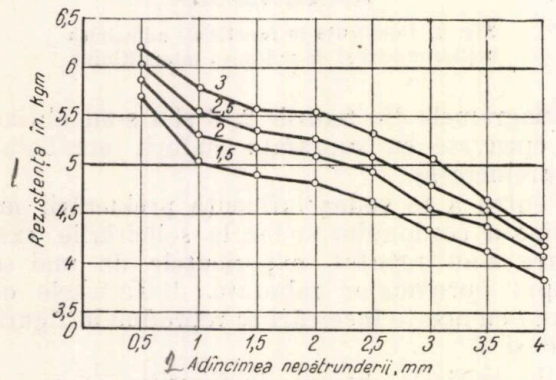


Fig. 7. Rezilienţa în funcţie de adîncimea nepătrunderii şi mărimea interstiţiului la o sudură rabotată.

După cum se vede din figura 8, defectul de nepătrundere influenţează puţin sarcina statică, în schimb are o influenţă mare asupra sarcinii variabile. Nepătrunderea la rădăcina sudurii este unul dintre defectele cele mai răspîndite şi mai periculoase la îmbinările sudate ale conductelor. Majoritatea avariilor la conducte în timpul exploatării au fost rezultatul unor nepătrunderi mari la rădăcina sudurii. În cele mai multe cazuri, avariile în exploatarea conductelor de gaze şi ţiţei s-au observat la acele îmbinări care au avut nepătrunderi mari, de peste 25—30% din grosimea peretelui, şi temperaturi scăzute ale solului, deci mai mult iarna.

Porii de gaze din îmbinările sudate ale conductelor pot provoca o slăbire a rezistenţei ţevilor şi o etanşeitate necorespunzătoare.

Îngrămădirile de pori sînt mult mai periculoase decît porii izolaţi.

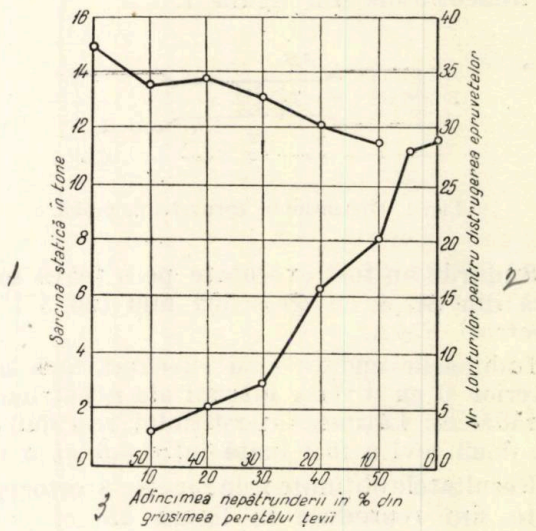


Fig. 8. Rezistenţa cusăturii la şoc şi la sarcina statică în funcţie de mărimea defectului de nepătrundere.

Cercetările realizate la Institutul de sudură electrică „F. O. Paton" au arătat că porii izolaţi cu o mărime de 5% din secţiunea masei sudurii nu micşorează rezistenţa şi proprietăţile plastice ale îmbinării sudate.

Îngrămădirile de pori cu o suprafaţă totală de repartiţie de 20% din secţiunea sudurii micşorează limita de rezistenţă cu circa 20% şi pierderea aproape totală a plasticităţii.

Incluziunile de zgură la îmbinările sudate ale conductelor se pot găsi între niplul interior şi peretele interior al ţevii, între straturile de sudură sau în masa sudurii dintr-un strat de sudură.

Influenţa periculoasă a incluziunilor de zgură apare atunci cînd dimensiunea lor întrece cu 10—15% din grosimea peretelui de ţeavă sau cînd defectul se întinde pe o lungime mare.

Crăpăturile longitudinale şi transversale la îmbinările dintre ţevi sînt mai periculoase decît nepătrunderile. Pericolul lor se măreşte da-

torită faptului că ele au o lățime mică și observarea lor pe radiografii este deosebit de dificilă. La capetele crăpăturilor se concentrează tensiuni mari, care în timpul exploatării pot duce la ruperea sau pierderea etanșeității conductei.

Crăpăturile pot apărea în procesul execuției sudurilor (crăpături termice) ca rezultat al concentrării tensiunilor la sarcini variabile (crăpături din oboseală), precum și datorită influenței tensiunilor remanente la trecerea construcției date din stare plastică în stare casantă (crăpături la rece).

Pericolul cel mai mare pentru conductele de gaze și țiței îl prezintă crăpăturile longitudinale amplasate perpendicular pe forțele de întindere care solicită conducta.

Formele geometrice incorecte ale cordonului sudat se datoresc de obicei unei tehnologii de sudură incorecte. Cordonul de sudură concav micșorează rezistența statică, ceea ce poate duce la distrugerea îmbinării la tensiuni cu mult mai mici decît cele de calcul. Cordonul de sudură convex, cu o supraînălțare de 3—4 mm, de asemenea are o influență negativă asupra îmbinării, deoarece tensiunile interioare care depind de volumul și greutatea metalului depus se măresc în acest caz. Suma tensiunilor interne mari din conturul închis, precum și defectele de sudură (care joacă rolul de concentratoare de tensiune) și tensiunile mari de întindere (legate de variațiile termice ale conductei) pot duce la micșorarea rezistenței conductei și chiar la distrugerea ei completă.

2. DEPISTAREA DEFECTELOR

Defectele arătate mai sus pot fi depistate la sudurile care rămîn în exploatare pe conducte prin metodele cunoscute ale controlului nedistructiv.

Dintre aceste metode, cea mai indicată și cu cea mai mare precizie este metoda controlului cu radiații atomice.

Controlul radiografic al sudurilor are marele avantaj de a fi extrem de operativ, de a avea un efect educativ asupra sudorilor și, mai ales, de a da o imagine globală a profunzimii și conținutului materialului din sudură, tocmai pentru sudurile care rămîn ulterior în exploatare.

Controlul radiografic nu este însă un control complet, întrucît nu poate da relații despre calitățile de rezistență ale materialului, compoziția chimică, modificări de structură etc. Pentru aceste motive, controlul radiografic este combinat cu metoda controlului distructiv de încercări mecanice, proba pentru determinarea compoziției chimice a materialului sudurii și examenul microstructural.

În genere, controlul cu raze Roentgen, datorită gabaritului mare al instalațiilor, este relativ greoi.

În practica Întreprinderii de montaj conducte magistrale din Brașov, s-a adoptat, ca măsură de uz curent, folosirea unui dispozitiv generator de raze gama produse de o sursă de ^{192}Ir livrată de reactorul Academiei R.P.R.

Dispozitivul poate produce atît iradieri din interiorul conductei cît și din exteriorul conductei.

Din punct de vedere calitativ, radiografiile obținute cu acest dispozitiv sînt comparabile cu radiografiile obținute cu instalația de raze Roentgen.

În urma experienței de mai mulți ani, de cînd se practică controlul radiografic al sudurilor la Întreprinderea de montaj conducte magistrale din Brașov, personalul laboratorului de defectoscopie este continuu preocupat de perfecționarea metodelor de lucru pentru a aprecia cît mai exact felul și dimensiunile defectelor care apar pe clișee.

Precizia controlului radiografic se situează în jurul procentului de 2% din grosimea materialului de cercetat. În cazul conductelor cu grosimi de perete de 7—10 mm, defectele minime depistate au dimensiunile de 0,2 mm, deci cu mult sub nivelul dimensiunilor pentru defectele periculoase.

3. CLASIFICAREA DEFECTELOR DE SUDURĂ LA CONDUCTE ȘI CONDIȚIILE LOR DE ADMISIBILITATE

Pentru a avea o privire unitară asupra defectelor de sudură la conducte, depistate pe baza controlului cu radiații atomice, acestea au fost clasificate după recomandările Institutului Internațional de Sudură, ținînd seamă la subdiviziuni și de defectele specifice la conducte. Astfel, grupurile de defecte au fost notate prin literele mari ale alfabetului : incluziuni de gaze — prin A, incluziuni de zgură prin — B etc.

Subdiviziunile poartă simbolul corespunzător grupei cu indicele inferior corespunzător. Astfel, porii de gaze se notează prin Aa, incluziunile liniare de zgură — prin Bb etc.

La stabilirea condițiilor de admisibilitate s-a avut în vedere influența diferitelor defecte asupra îmbinării sudate, iar formularea condițiilor s-a căutat să fie cît mai simplă, pentru a putea fi aplicată cît mai ușor.

De asemenea, tot pentru ușurința interpretării, condițiile de admisibilitate se referă la un cordon sudat din conducta în construcție.

La stabilirea tabelei 1 s-a ținut seamă atît de normele sovietice în vigoare [1, 3] cît și de experiența controlului radiografic al sudurilor la conducte executate de întreprinderile de construcții montaj [5].

Deoarece la noi în țară încă nu există o clasificare sistematică a defectelor de sudură la conducte și cu atît mai mult lipsesc condițiile de admisibilitate la sudurile pe conducte, controlul sudurii la conductele magistrale și admi-

Tabela 1

Grupa de defecte şi simbolul	Denumirea defectului şi simbolul	Condiţii de adm. pe cordon de sudură
1	2	3
Incl. de gaze A	Pori de gaze Aa	Se admit max. 15 pori şi cel mult 5 pori pe cm², cu diametrul de cca. 2 mm, repartizaţi pe max. 3 cm lungime.
	Incl. gazoase alungite Ab	Idem Aa
Incluziuni de zgură B	Incluziuni de diferite forme şi dimensiuni Ba	Idem Aa
	Incluziuni liniare Bb	Suma lungimilor defectelor 50 mm şi nu se admit mai mult de 12 incluziuni cu lăţimea de max. 2 mm
	Incluziuni din curăţarea incorectă a rădăcinii Bc	Nu se admit decît în limitele Ba
	Incluziuni din schimbarea electrozilor Bd	Nu se admit decît în limitele Ba
	Incluziuni în legături Be	Nu se admit decît în limitele Ba
Defecte de topire C	Defecte liniare Ca	Defectul de topire nu trebuie să depăşească 25 mm, iar distanţa dintre două defecte minimum 350 mm
	Defecte curbe Cb	Idem
	Defecte în feràstruică Cc	Idem
Defecte de pătrundere D	Nepătrundere liniară Da	Lungimea maximă a defectului de nepătrundere 30 mm, adîncimea defectului 10% din grosimea peretelui de ţeavă; distanţa dintre două defecte 250 mm
Defecte de pătrundere D	Nepătrundere intermitentă Db	Idem
	Şanţuri interioare Dc	Lungimea maximă a defectului de nepătrundere 30 mm, adîncimea defectului 10% din grosimea peretelui de ţeavă; distanţa dintre două defecte 250 mm
	Nepătrundere datorită alinierii denivelate	În cazul cînd denivelarea este însoţită şi de defectele de la Da, Db, Dc, condiţiile de admisibilitate se reduc cu 50%
Crăpături E	Crăpături longitudinale Ea	Nu se admit
	Crăpături transversale Eb	Nu se admit
Crestături de topire F	Şanţuri exterioare Fa	Nu se admit
Forme geometrice incorecte G	Cordon cu aspect exterior neconform Ga	Nu se admite
	Cordon cu brocuri interioare Gb	Nu se admite
	Cordon cu marginile denivelate Gc	Lungimea denivelării 10% din lungimea cordonului cu o înălţime a denivelării de 3 mm.

sibilitatea lor constituie o problemă dificilă, care s-a rezolvat de la caz la caz, fără o bază unitară pentru întreprinderile de construcţii montaj.

Prin aplicarea unor condiţii unice de admisibilitate la conducte se reduce timpul afectat controlului, putînd fi realizat şi de personal mai puţin calificat şi cu consum mai mic de manoperă şi materiale, făcînd deci controlul nedistructiv mai operativ.

Introducerea controlului nedistructiv cu radiaţii atomice în cadrul Întreprinderii de montaj conducte magistrale a dus la posibilitatea realizării probelor de presiune a conductelor de regim continuu, adică fără întreruperi din cauza defectelor de sudură apărute în timpul acestor probe. Se remarcă în primul rînd efectul educativ pe care îl are asupra sudorilor acest gen de control cu caracter operativ.

BIBLIOGRAFIE

[1] Taran V. D. *Tehnologhiia svarki i montaja maghistralnix truboprovodov.* Gostoptehizdat 1960.

[2] Falkevici A. S., *Svarka maghistralnix i zavodskix truboprovodov.* Gostoptehizdat 1958.

[3] * * * *Regulament unificat pentru proiectarea şi construirea conductelor magistrale de gaze.* Moscova 1962.

[4] Thayer, W. W. *Radiographic Inspection of Pipe Line Welds.* Ed. Mc. Gray Hill Ld. New York, 1950.

[5] * * * *Normativ pentru stabilirea calităţii îmbinărilor sudate cu ajutorul razelor Roentgen şi gama la conducte.* I.M.C.M. Braşov, 1962.

Gradul de complexitate în rafinării

Ing. T. HĂNCIULESCU şi

ing. C. POPESCU

„Obiectivul principal în prelucrarea ţiţeiului — se arată în Directivele Congresului al III-lea al P.M.R. — va fi ridicarea nivelului tehnic al rafinăriilor existente şi introducerea celor mai noi procedee de prelucrare secundară astfel încît, în 1965, valoarea produselor obţinute dintr-o tonă de ţiţei supusă prelucrării să crească cu cel puţin 40% faţă de 1959"*.

Pentru îndeplinirea acestor sarcini un rol deosebit îl are gradul de complexitate al rafinăriilor. Gradul de complexitate creşte o dată cu dezvoltarea tehnicii noi, o dată cu apariţia noilor procese tehnologice pentru obţinerea de noi produse sau pentru ridicarea calităţii produselor.

Valorificarea superioară a resurselor, una dintre sarcinile trasate de Congresul al III-lea al P.M.R., creează necesitatea adîncirii proceselor de prelucrare a ţiţeiului şi, o dată cu aceasta, creşterea gradului de complexitate în rafinăriile noastre.

Pentru a urmări complexitatea rafinăriilor se propun doi indicatori: indicatorul de cost al complexităţii (indice de complexitate) şi indicatorul de valorificare a materiei prime.

Indicatorul de *cost al complexităţii* unei rafinării este considerat raportul dintre cheltuielile totale de prelucrare (minus materia primă) şi cheltuielile pentru distilarea atmosferică:

$$I_c = \frac{C_T}{C_{DA}}.$$

Indicatorul de *valorificare* a materiei prime într-o rafinărie este raportul dintre valoarea produselor şi valoarea materiei prime (ţiţeiul, gazolina şi alte materii prime) prelucrate:

$$I_v = \frac{V_T}{V_{mp}}.$$

Aceşti doi indicatori arată nivelul tehnic al unei rafinării, primul pe baza cheltuielilor, iar al doilea pe baza valorii produselor.

Se consideră, în primul caz, că cheltuielile totale de prelucrare, faţă de cheltuielile *DA*, reprezintă gradul de adîncire

* Directivele Congresului al III-lea al P. M. R., Editura politică, 1960, p. 13.

a proceselor de prelucrare secundară, deoarece cu cît se amplifică aceste procese, cu atît cheltuielile totale se măresc şi deci raportul dintre acestea şi cheltuielile de distilare primară (indicele de complexitate) creşte.

Indicele rezultat din acest raport are desigur şi unele dezavantaje. Astfel, dacă distilarea atmosferică se face în instalaţii învechite, cu cost ridicat, atunci raportul dintre cheltuielile totale şi cheltuielile *DA* va fi mai mic, obţinîndu-se un indice de complexitate mai redus.

De asemenea, dacă instalaţiile din rafinării au capacităţi mari, cheltuielile totale vor fi mai reduse decît în cazul aceleiaşi capacităţi totale dar cu instalaţii de capacităţi mai reduse, iar indicele de complexitate poate fi mai mic.

De aceea, se consideră că valoarea produselor realizate în rafinărie, în raport cu valoarea materiei prime folosite, care, în final, reprezintă efectul complexităţii unei rafinării, poate da o indicaţie mai precisă asupra adîncirii proceselor din rafinărie.

Pentru a avea o idee mai completă asupra complexităţii unei rafinării este bine însă să se urmărească ambii indicatori.

Atît indicatorul de cost al complexităţii, cît şi cel de valorificare a materiei prime în definiţia de mai sus nu ţin seama de capacitatea nominală a instalaţiilor, ci de cantitatea efectiv prelucrată, deoarece atît cheltuielile cît şi valoarea produselor se referă la materia primă trecută prin instalaţiile din rafinărie. În calculele făcute de unii economişti din Vest pentru stabilirea indicelui de complexitate nu s-a folosit materia primă supusă, ci capacitatea instalaţiilor din rafinării. În acest fel s-a căutat să se ascundă faptul că în economia capitalistă capacităţile de producţie nu sînt complet folosite, obţinîndu-se astfel un indice de complexitate ridicat, care nu reflectă rezultatele din rafinării.

De aceea, se consideră că este necesar să se arate şi *indicele de folosire a complexităţii rafinăriei*, adică raportul dintre indicele de complexitate stabilit pe baza prelucrării efective, faţă de cel stabilit pe baza capacităţii nominale a instalaţiilor din rafinării.

Pentru stabilirea indicelui de complexitate, calculat pe baza capacităţii nominale a instalaţiilor, Nelson a stabilit un indice de complexitate mediu, teoretic, pentru fiecare proces din rafinărie, care apoi s-a folosit în calculul indicelui de complexitate general, necesar pentru comparaţia acestor indici în diferite ţări.

Indicele general de complexitate pe o rafinărie sau pe ţară se stabileşte pe baza formulei :

$$I = \frac{\Sigma Q_n \cdot i_n}{Q_{DA}} = \frac{\Sigma m_n \cdot i_n}{100},$$

în care :

Q_n este cantitatea prelucrată în fiecare proces ;
i_n — indicele de complexitate a procesului ;
Q_{DA} — cantitatea prelucrată la *DA* ;
m_n — raportul capacităţii fiecărui proces faţă de distilarea primară.

Pentru stabilirea indicelui de complexitate este necesar să se cunoască deci atît indicele de complexitate al fiecărui proces cît şi proporţia capacităţii fiecărui proces faţă de *DA*.

Pe această bază s-au calculat următorii indici de complexitate în diferite ţări, pentru anul 1958* :

S.U.A.	7,63 ;
Canada	6,35 ;
America de Sud	3,50 ;
Europa de vest ;	4,68 ;
U.R.S.S.	3,85 ;
Orientul mijlociu	3,40 ;
Orientul îndepărtat	2,90.

Calculele făcute pentru R.P.R. arată că acest indice a fost 5,5, în anul 1961.

Indicele de complexitate a fiecărui proces complex a fost stabilit după preţurile de prelucrare date de Nelson pentru S.U.A. :

	Indice de complexitate în S.U.A.**	Cost de prelucrare în S.U.A. $/t**	Indice conform costuri R.P.R.
Distilare atmosferică	1	0,35	1,0
Cracare termică	3	1,12	3,7
Reformare termică	3	0,93	2,7
Reducere de viscozitate	2	0,61	—
Cocsare	5	1,83	6,1
Cracare catalitică	5	1,68	9,4
Reformare catalitică	5	1,68	
Separare aromate	21	7,70	11,8
Polimerizare	9	3,02	
Alchilare	12	4,40	—
Desalinare	2	0,72	—
Distilare în vid	4	1,40	2,5
Uleiuri superioare	62	22,00	65,3
Uleiuri industriale	20	7,10	20,4
Rafinarea produselor albe	0,5	0,27	0,7
Bitum	2	0,78	7,4
Procese speciale	5—35	1,76—12,60	—
Hidrofinare	4,0	1,40	—

Ca urmare a perfecţionării proceselor din rafinării, aceşti indici parţiali pe instalaţii sînt în continuă schimbare.

Pentru stabilirea indicilor generali de complexitate şi pentru comparaţia acestora în diverse ţări, s-au luat aceiaşi indici în toate ţările.

Dacă se compară aceşti indici cu cei din R.P.R. se constată că diferenţele nu sînt apreciabile, după cum se poate vedea din tabela de mai sus (col. 1 şi 3).

De aceea, pentru comparaţia cu alte ţări au fost folosiţi într-o ipoteză indicii stabiliţi de Nelson.

* Oil and Gas Journal nr. 49, 1961, p. 140.
** Oil and Gas Journal nr. 25, 1961 p. 109.

Pentru stabilirea *indicatorilor de cost ai complexității* în R.P.R. s-au folosit trei metode :

1. Metoda de calcul pe baza capacității instalațiilor :

a) după indicii stabiliți de Nelson;

b) după indicii de cost realizați în rafinăriile din R.P.R.

2. Metoda de calcul bazată pe prelucrarea efectivă :

a) după indicii stabiliți de Nelson;

b) după indicii de cost realizați în rafinăriile din R.P.R.

3. Metoda de calcul pe baza cheltuielilor efective.

1. **Metoda de calcul pe baza capacității instalațiilor.** După gruparea proceselor din rafinării în procese complexe de prelucrare, conform nomenclaturii folosite în calculul complexității, se stabilește structura proceselor în raport cu distilarea atmosferică.

Ținînd seamă de indicatorii de cost ai complexității din fiecare proces, se determină apoi indicatorul general de cost al complexității.

Calculele efectuate pentru R.P.R., luînd ca bază cifrele anului 1961, sînt arătate în tabelele 1 și 2.

Tabela 1

CALCULUL INDICATORULUI GENERAL DE COST AL COMPLEXITĂȚII RAFINĂRIILOR DIN R.P.R. PE BAZA INDICILOR STABILIȚI DE NELSON PENTRU ANUL 1961

Denumirea instalației (procesului)	Indicele de complexitate	Structura proceselor	Produsul 1 × 2
Distilarea atmosferică	1	100	100
Distilarea în vid	1	16,3	16,3
Cracarea termică	3	32,0	96,0
Cocsarea	5	2,6	13,0
Reformarea termică	3	1,2	3,6
Cracarea catalitică	5	4,32	21,6
Reformarea catalitică	5	8,65	90,5*
Separarea aromatelor	21		
Uleiurile industriale și produsele speciale	20	2,3	46,0
Uleiurile superioare și produsele speciale	62	1,55	96,10
Bitumul	2	2,42	4,84
Rafinarea produselor ușoare	0,5	34,4	17,20
Total	—	—	505,14
Indicatorul general de complexitate	—	—	5,05

*Cheltuielile complexului de reformare catalitică în R.P.R. nu au fost evidențiate separat pe cele două procese.

Pentru a urmări periodic complexitatea rafinăriilor este necesar să se reglementeze nivelul indicilor de complexitate pe diferite instalații. După studiile făcute la noi, se propun următorii indici pe instalațiile din R.P.R. :

Distilare atmosferică	1.	Reformare catalitică	11,9.
Distilare în vid	1,5.	Uleiuri industriale și produse speciale	20.
Cracare termică	3,7.	Uleiuri superioare și produse speciale	65.
Cocsare	6,1.	Bitum	7,4.
Reformare termică	2,7.	Rafinare produse ușoare	0,7.
Cracare catalitică	9,4.		

Tabela 2

CALCULUL INDICATORULUI GENERAL DE COST AL COMPLEXITĂȚII RAFINĂRIILOR DIN R.P.R. PE BAZA INDICATORILOR PARȚIALI PE PROCESE REALIZAȚI ÎN R.P.R. (anul 1961)

Denumirea instalației (procesului)	Factorul de complexitate	Structura proceselor	Produsul 1 × 1
Distilarea atmosferică	1	100	100
Distilarea în vid	1,58	16,3	25,8
Cracarea termică	3,74	32,0	119,6
Cocsarea	6,1	2,6	15,6
Reformarea termică	2,7	1,2	3,2
Cracarea catalitică	9,4	4,32	40,5
Reformarea catalitică și separarea aromatelor	11,9	8,65	103,2
Uleiurile industriale și produsele speciale	20,4	2,3	47,0
Uleiurile superioare și produsele speciale	65	1,55	100,7
Bitumul	7,4	2,42	17,9
Rafinarea produselor ușoare	0,7	34,4	24,0
Total	—	—	597,7
Indicatorul general de complexitate	—	—	5,97

Acești indici aplicați pe structura proceselor din diferite perioade arată că indicele de complexitate în R.P.R. a evoluat astfel :

1938 2,55;
1948 2,91;
1958 3,76;
1959 4,10;
1961 5,50;
1965 6,80.

Calculele de detaliu sînt arătate în tabela 3. Creșterea din 1958 se datorește măririi capacității de *CT* și uleiuri; în 1961 apare o nouă creștere cauzată de introducerea proceselor de *CC*, *RC* și mărirea capacității instalațiilor de uleiuri superioare. În 1965, gradul de complexitate va crește ca urmare a intrării în funcțiune a unei noi instalații de *RC* și a măririi capacității instalației de cocsare.

Se constată că pe măsura introducerii de noi procese gradul de complexitate crește.

2. **Metoda de calcul bazată pe prelucrarea efectivă.** Această metodă prezintă avantajul că ne arată situația reală, deoarece se ia în considerație prelucrarea efectivă, iar nu capacitățile instalate, care, în unele cazuri, nu pot fi complet utilizate.

Folosind în calcul indicii pe procese realizați în R.P.R. se obține, în anul 1961, un indice general de complexitate pentru rafinăriile din R.P.R. de 5,50 (tabela 4), pe cînd folosind

indicii Nelson se obține un indice general de 4,69 (tabela 5).

Diferențele observate în ambele metode la indicele general de complexitate provin datorită faptului că la o serie de procese indicii Nelson sînt prea reduși față de complexitatea proceselor (*RC* și *CC*).

Dacă se raportează indicele general de complexitate obținut prin metoda bazată pe prelucrarea efectivă la indicele general de complexitate obținut prin metoda bazată pe capacitatea instalată se va obține indicele de folosire a complexității rafinăriilor din R.P.R.

Astfel pentru R.P.R. în anul 1961 indicele de folosire a complexității rafinăriilor după această metodă este de :

a) După indicii realizați în R.P.R. :

$$\frac{5,50}{5,97} \cdot 100 = 92,5\%.$$

b) După indicii stabiliți de Nelson :

$$\frac{4,69}{5,05} \cdot 100 = 92,5\%.$$

Tabela 3

DINAMICA COMPLEXITĂȚII RAFINĂRIILOR DIN R.P.R. DETERMINATĂ PE BAZA INDICILOR DE COMPLEXITATE PARȚIAL PROPUȘI

Denumirea procesului (instalației)	Indicele de complexitate propus R.P.R.	1938		1948		1958		1959		1961		1965	
		Structura proceselor	Produsul 1 × 2	Structura proceselor	Produsul 1 × 3	Structura proceselor	Produsul 1 × 4	Structura proceselor	Produsul 1 × 5	Structura proceselor	Produsul 1 × 6	Structura proceselor	Produsul 1 × 7
Distilarea atmosferică	1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Distilarea în vid	1,5	3,1	4,65	5,4	8,1	8,3	12,75	10,4	15,60	15,3	22,95	18,9	28,40
Cracarea termică	3,7	22,4	82,88	24,8	91,7	29,4	108,78	28,8	106,56	27,6	102,12	19,9	73,40
Cocsarea	6,1	—	—	—	.	0,55	3,35	0,57	3,50	0,91	5,55	6,55	39,95
Reformarea termică	2,7	—	—	—	.	0,75	2,01	1,87	5,50	1,13	3,05	.	.
Cracarea catalitică	9,4	—	—	—	.	—	.	.	.	3,33	31,30	4,1	38,60
Reformarea catalitică	11,9	—	—	—	.	—	.	.	.	1,88	89,50	13,6	162,00
Uleiurile industriale și produsele speciale	20	1,05	21,00	2,0	40	2,12	42,40	2,32	46,40	2,36	47,20	2,64	52,70
Uleiurile superioare și produsele speciale	65	0,15	9,75	0,17	11,05	1,03	66,96	1,41	91,65	1,58	102,70	1,49	96,85
Bitumul	7,4	1,07	7,92	1,45	10,73	1,4	10,36	2,00	14,80	2,41	17,83	3,83	28,28
Rafinarea produselor ușoare	0,7	42,0	29,40	42,5	29,75	33,0	29,10	34,0	25,90	34,4	24,08	36,00	25,20
Hidrofinarea	1,5											5,05	17,57
Reducerea viscozității	3,7											4,5	16,62
Total	—	—	255,60	—	291,33	—	375,70	—	409,46	—	550	—	669,57
Indicatorul general de complexitate	—	—	2,55	—	2,91	—	3,76	—	4,10	—	5,50	—	6,70

Tabela 4

STABILIREA INDICATORULUI GENERAL DE COST AL COMPLEXITĂȚII RAFINĂRIILOR DIN R.P.R. ÎN ANUL 1961 PE BAZA PRELUCRĂRII EFECTIVE ȘI INDICILOR PARȚIALI REALIZAȚI ÎN R.P.R.

Denumirea procesului (instalației)	Factorul de complexitate realizat în R.P.R.	Structura prelucrării efective	Produsul 1 × 2
Distilarea atmosferică	1	100	100
Distilarea în vid	1,58	15,3	24,25
Cracarea termică	3,74	27,6	103,24
Cocsarea	6,1	0,91	5,55
Reformarea termică	2,7	1,13	3,05
Bitumul	7,4	2,41	17,83
Cracarea catalitică	9,4	3,33	31,30
Reformarea catalitică	11,9	7,52	89,52
Uleiurile industriale și produsele speciale	20,4	2,36	48,10
Uleiurile superioare și produsele speciale	65	1,58	102,70
Rafinarea produselor ușoare	0,7	34,4	24,08
Total	—	—	550,00
Indicatorul general al complexității	—	—	5,50

Tabela 5

STABILIREA INDICATORULUI GENERAL DE COST AL COMPLEXITĂȚII RAFINĂRIILOR DIN R.P.R. ÎN ANUL 1961 PE BAZA PRELUCRĂRII EFECTIVE ȘI INDICILOR STABILIȚI DE NELSON

Denumirea procesului (instalației)	Factorul de complexitate	Capacitatea, % (prelucrare efectivă)	Produsul 1 × 2
Distilarea atmosferică	1	100	100
Distilarea în vid	1	15,3	15,3
Cracarea termică	3	27,6	82,8
Cocsarea	5	0,91	4,65
Reformarea termică	3	1,13	3,39
Cracarea catalitică	5	3,33	16,65
Reformarea catalitică și separarea aromatelor	10,45	7,52	78,58
Uleiurile industriale și produsele speciale	20	2,36	47,20
Uleiurile superioare și produsele speciale	62	1,58	97,96
Bitumul	2	2,4	4,8
Rafinarea produselor ușoare	0,5	34,4	17,2
Total	—	—	469,0
Indicatorul general de complexitate	—	—	4,69

Indicele de folosire relativ scăzut din anul 1961 este cauzat de faptul că unele instalații au intrat în funcțiune la sfîrșitul anului (*RC*, cracare întîrziată) și figurează la prelucrarea efectivă cu o cantitate mai mică decît capacitatea anuală.

3. **Metoda de calcul pe baza cheltuielilor efective.** Indicele general de complexitate a rafinăriilor prin această metodă rezultă din raportul cheltuielilor totale ale tuturor proceselor de prelucrare și cheltuielile procesului *DA*. În aceste cheltuieli nu se cuprinde costul materiei prime.

Această metodă este cea mai simplă de evaluat, deoarece cheltuielile totale și pe *DA* sînt cunoscute în fiecare an.

Pe această bază indicele general de complexitate a avut următoarea evoluție :

	Indice de complexitate general
1957	2,93 ;
1958	3,52 ;
1959	3,82 ;
1960	4,22 ;
1961	5,46.

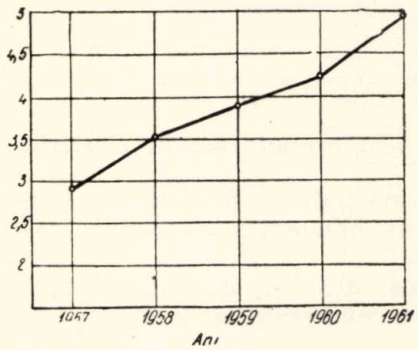


Fig. 1. Dinamica gradului de complexitate stabilit pe baza cheltuielilor reale.

Indicele general de complexitate a rafinăriilor din R.P.R. determinat prin această metodă este foarte apropiat de cel determinat prin metoda de calcul pe baza prelucrării efective (5,46 față de 5,50 în anul 1961). Metoda de calcul pe baza cheltuielilor efective este cea mai simplă și la îndemîna tuturor cadrelor interesate ; de aceea, este necesar ca organele de evidență din cadrul rafinăriilor să urmărească sistematic și să evidențieze separat toate cheltuielile de prelucrare pe fiecare proces.

Dacă se urmărește, după această metodă, complexitatea în rafinăriile din R.P.R., luînd datele din 1961, se constată următoarele :

	Felul procesului	Indice de complexitate în 1961
Rafinăria Ploiești	Carburanți, uleiuri	3,4
Rafinăria Edeleanu	Carburanți, uleiuri	5,6
Rafinăria Teleajen	Uleiuri	11,1
Rafinăria 1 Mai	Carburanți	2,1
Rafinăria 9 Mai	Carburanți	2,6
Rafinăria Cîmpina	Carburanți, uleiuri	4,15
Rafinăria Brazi	Complex fără uleiuri	5,2
Rafinăria Dărmănești	Carburanți	2,7
Rafinăria Onești	Complex fără uleiuri	6,8

Indicele de valorificare. După cum s-a arătat, acest indice este raportul dintre valoarea produselor rezultate din prelucrare și valoarea materiilor prime folosite în instalația respectivă.

Indicele de valorificare pe țară este raportul dintre valoarea produselor (a producției-marfă comparabile) și valoarea țițeiului, gazolinei și a altor materii prime folosite. El se poate defini și ca un raport dintre valorificarea pe tona de țiței prelucrată și prețul țițeiului.

Indicele de valorificare este foarte diferit pe rafinării după gradul de complexitate a fiecărei rafinării și după profilul ei (tabela 6).

Tabela 6

DINAMICA INDICELUI DE VALORIFICARE PE RAFINĂRII ÎN DIVERSE PERIOADE

Rafinăria	1958	1959	1960	1961
	Indice de valorificare	Indice de valorificare	Indice de valorificare	Indice de valorificare
Ploiești	1,28	1,32	1,36	1,46
Edeleanu	1,38	1,39	1,41	1,41
Teleajen	1,91	1,88	1,94	2,06
Cîmpina	1,60	1,64	1,58	1,84
1 Mai	1,13	1,12	1,14	1,20
9 Mai	1,14	1,15	1,19	1,29
Brazi	1,22	1,20	1,20	1,50
Dărmănești	1,16	1,18	1,18	1,19
Onești	1,05	1,06	1,24	1,43
Total	1,32	1,40	1,48	1,60

Între indicele de complexitate și indicele de valorificare există un oarecare paralelism, după cum se poate vedea din graficul pe rafinării prezentat în figura 3.

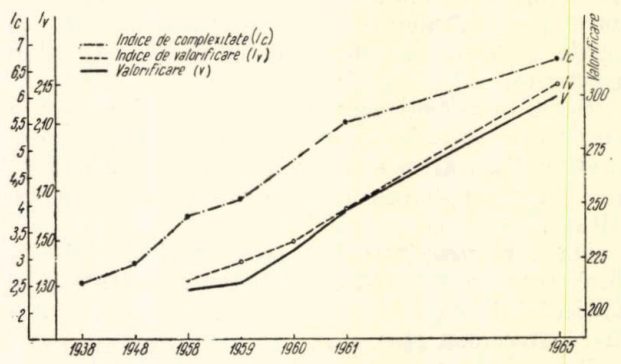


Fig. 2.

Se constată că la unele rafinării valorificarea nu crește proporțional cu gradul de complexitate (rafinăria Brazi și Onești), deoarece procesele noi introduse (*RC*, cocsare etc.) nu au funcționat în anul 1961 cu întreaga lor capacitate, urmînd ca valorificarea să crească încă în anii următori.

La alte rafinării, unde valorificarea nu are o creştere proporţională cu complexitatea (rafinăria Edeleanu), se explică prin aceea că nivelul complexităţii, calculat pe baza cheltuielilor reale ale proceselor, este ridicat din cauza cheltuielilor mari, care se datoresc instalaţiilor de prelucrare secundară cu uzură înaintată.

De aici rezultă ca o sarcină importantă pentru conducerea rafinăriilor de a urmări, pe lîngă creşterea continuă a indicelui de valorificare, şi reducerea permanentă a cheltuielilor proceselor secundare, pentru a obţine un indice de complexitate raţional, şi, în final, creşterea rentabilităţii rafinăriei.

De aceea, stabilirea exactă a indicatorului de cost al complexităţii trebuie să se facă cu multă atenţie, rectificînd creşterile acestui indicator care sînt influenţate de costuri exagerate la unele procese care nu sînt la nivelul tehnicii moderne.

Stabilirea indicatorului de complexitate a costurilor trebuie să se efectueze prin ambele metode (costuri efective şi structura proceselor) pentru a determina indicatorul real de complexitate.

Dacă se urmăreşte pe întreaga industrie de prelucrare ritmul indicelui de complexitate şi al indicelui de valorificare, pe ani, se constată acelaşi paralelism (fig. 2).

Valorificarea pe tona de ţiţei prelucrat este de fapt o altă formă a indicelui de valorificare, care, în loc să arate un raport dintre valorificare şi costul materiei prime, arată numai variaţia numărătorului, considerînd că numitorul (preţul ţiţeiului) rămîne constant.

În realitate, însă, şi preţul ţiţeiului variază conform calităţii medii a ţiţeiului care se schimbă în fiecare an atît pe fiecare rafinărie cît şi pe ţară.

De aceea se socoteşte că indicele de valorificare este mai complet decît valorificarea pe tonă.

Indicele de valorificare este important însă de urmărit şi pe procese; acele procese care au un indice de valorificare ridicat trebuie să fie introduse în primul rînd în planurile de dezvoltare.

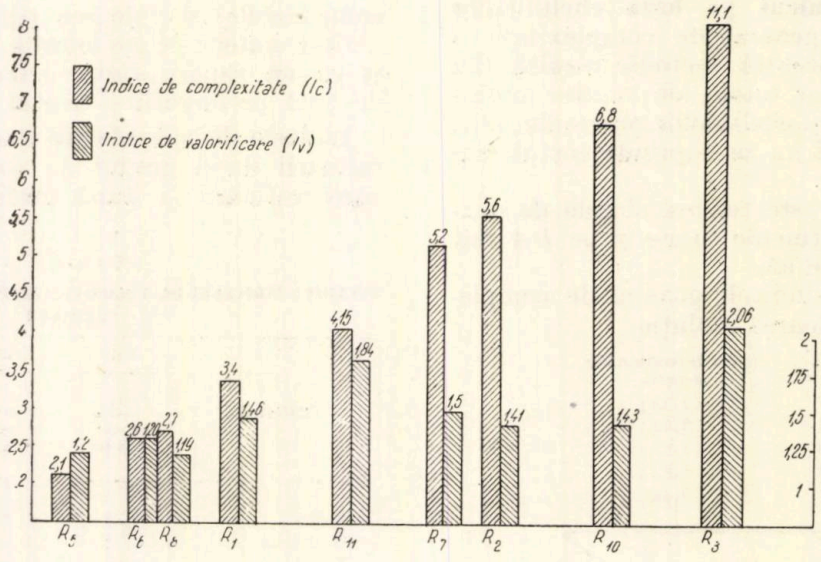


Fig. 3. Indicatori de complexitate şi valorificare pe rafinării în anul 1961.

Urmărind indicele de valorificare pe diferite procese de prelucrare se constată cele arătate în tabela 7.

În consecinţă, introducerea în planul de dezvoltare a proceselor cu indice de valorificare

Tabela 7

INDICELE DE VALORIFICARE PE PROCESE

	Materia primă supusă	Indicele de valorificare
Distilarea atmosferică	Ţiţei	1,02
Distilarea în vid	Păcură	1,29
Cracarea termică	Păcură	1,67
Cocsarea	Reziduu	2,14
Reformarea termică	Benzină	1,71
Cracarea catalitică	Distilat în vid	2,00
Reformarea catalitică	Benzină	3,32
Uleiurile industriale şi produsele speciale	Păcură uleioasă	3,14
Uleiurile superioare şi produsele speciale	Păcură paraf.	5,2
Bitumul	Reziduu	2,26
Hidrofinarea	Motorină	1,28
Reducerea viscozităţii	Păcură	1,37
A.F.G.	Gaze de rafinărie	3,10
H.C.C.	Reziduu	2,48
F.G.	Gazolină	1,58
Solventarea SO_2	Petrol	1,64

ridicat, ca, de exemplu *RC* şi *CC*, este o sarcină principală în dezvoltarea rafinăriilor.

În concluzie, după analiza făcută asupra celor doi indicatori care exprimă gradul de complexitate în rafinării se desprind următoarele :

Indicatorul de cost al complexităţii se poate folosi în determinarea gradului de complexitate numai în cazul în care se stabilesc indicatori *constanţi* pe fiecare proces complex. Pentru R.P.R. s-a dat o serie de indicatori pe procese, care ar putea forma o bază de calcul pentru determinarea gradului de complexitate în rafinăriile noastre.

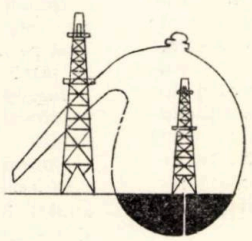
Calculul indicatorului de cost al complexităţii pe baza raportului dintre cheltuielile totale de fabricaţie şi cheltuielile instalaţiei *DA* deşi este foarte simplu poate da naştere la erori cauzate, pe de o parte, de starea instalaţiilor care poate mări costurile, iar, pe de altă parte de faptul că prin modernizarea instalaţiilor cheltuielile pe procesele secundare vor scădea, ceea ce va aduce şi o scădere nejustificată a indicatorilor de cost ai complexităţii.

Coeficienţii de structură a proceselor (raportul dintre capacitatea instalaţiilor de prelucrare secundară şi cea de distilare atmosferică) nu trebuie stabiliţi la capacitatea nominală, ci la materia primă supusă prelucrării.

Indicatorul de valorificare a materiei prime (raportul dintre valoarea produselor unei rafinării şi valoarea materiei prime) exprimă mai bine gradul de complexitate, deoarece nu este influenţat de costul proceselor şi de starea instalaţiilor.

Totuşi, în studierea gradului de complexitate este bine să se folosească în paralel cele trei metode : metoda structurii proceselor bazate pe indicatori constanţi pe fiecare proces, metoda cheltuielilor totale raportate la cheltuielile instalaţiei *DA* şi metoda indicatorului de valorificare a materiei prime.

Introducerea şi urmărirea atentă a indicelui de complexitate şi a celor de valorificare, care arată gradul de tehnicitate al proceselor din rafinării şi gradul de valorificare superioară a resurselor proprii, constituie una dintre sarcinile importante care sprijină în mod activ lupta pentru depăşirea planurilor anuale şi de perspectivă.



Reducerea consumurilor de ţiţei la sonde

În scopul măririi afluxului de ţiţei din strat spre gaura de sondă, se practică, îndeosebi în schelele de extracţie din Moldova unde structura fizică a zăcămintelor se pretează mai mult ca în oricare alt şantier din ţara noastră, fisurarea hidraulică a straturilor.

Această operaţie constă, în principiu, în injectarea în sondă a unui lichid cu anumită compoziţie şi cu presiuni ridicate de ordinul a 100—200 de atmosfere. La aceste presiuni lichidul injectat fisurează stratul din jurul găurii de sondă pe o anumită rază, după natura rocii, mărimea presiunii, proprietăţile fizice ale lichidului de fisurare şi viscozitatea acestuia care prezintă o mai mare importanţă.

Prin fisurile astfel provocate, se măresc căile de acces ale ţiţeiului spre sondă, şi, ca urmare, debitul acesteia creşte în mod corespunzător.

Lichidul de fisurare, folosit în prezent, cuprinde în compoziţia sa, în general, ţiţei, leşii naftenice de o anumită concentraţie şi nisip în suspensie. După pomparea lichidului în sondă se pot întîmpla următoarele cazuri:

1) Dacă operaţia de fisurare hidraulică se execută la o sondă nouă, ieşită din foraj, şi care nu dă rezultate, adică nu produce ţiţei, atunci ea se închide, şi întreaga cantitate de lichid introdusă în sondă este pierdută.

2) Dacă operaţia de fisurare se face la o sondă în exploatare, al cărui debit a scăzut sub potenţialul său teoretic, iar sonda după operaţie continuă să nu debiteze normal şi, ca urmare, se adiţionează la alt strat şi lichidul de fisurare injectat este de asemenea pierdut.

3) Dacă fisurarea se face la o sondă în exploatare şi rezultatele sînt pozitive, adică sonda îşi recapătă debitul normal anterior operaţiei de fisurare sau chiar îl depăşeşte pe acesta, atunci cantitatea de ţiţei care a intrat în compoziţia lichidului de fisurare se recuperează din producţia sondei. Această recuperare constă în faptul că nu se raportează producţia la sondă, deşi ea produce efectiv, pînă ce cantitatea de ţiţei debitată după operaţie acoperă în întregime cantitatea de ţiţei folosită la operaţie. Această producţie neraportată reintră în stocul de ţiţei de la suprafaţă, acoperind golul produs prin folosirea ţiţeiului la operaţia de fisurare.

Din cele arătate la punctele *1*) şi *2*) reiese că se produce o pierdere prin rămînerea la sondă a ţiţeiului şi leşiei naftenice. Valoarea leşiei naftenice se transformă în acizi naftenici, care reprezintă un produs foarte solicitat la export.

În ceea ce priveşte punctul *3*) şi aici se poate spune că avem de-a face cu o pierdere, deoarece neraportarea producţiei sondei pînă la recuperarea integrală a cantităţii de ţiţei folosită la fisurare constituie un fapt concret, în timp ce revenirea reală la suprafaţă a acestui ţiţei rămîne o simplă ipoteză prin nimic verificabilă. În afară de aceasta, leşia naftenică (respectiv acizii naftenici intraţi în compoziţia lichidului de fisurare) este şi în acest ultim caz iremediabil pierdută.

Date fiind cele de mai sus, s-a pus problema înlocuirii lichidului de fisurare preparat pe bază de ţiţei şi leşie naftenică cu alte lichide care să nu reprezinte o pierdere prin introducerea şi rămînerea lor în strat.

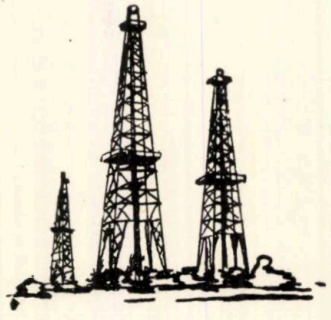
Cel mai practic, mai economic şi mai la îndemînă lichid pentru acest scop ar fi apa. Din experimentările făcute pînă în prezent în alte ţări, se pare că întrebuinţarea apei la fisurare are ca efect, pe lîngă crearea fisurilor şi curăţarea suprafeţii acestora, şi mărirea permeabilităţii straturilor prin dizolvarea sării depuse în pori, lărgind astfel canalele de scurgere a ţiţeiului. Apa poate fi procurată din orice loc în schelă, astfel încît transportul ei nu constituie o problemă, ca, de exemplu, în cazul leşiilor naftenice care trebuie transportate pe mari distanţe de la rafinării la schele.

Primele încercări de folosire a apei la operaţiile de fisurare hidraulică la sondele de ţiţei s-au făcut în şantierele de extracţie ale Moldovei, în anul 1962. Deocamdată, această folosire este limitată numai la împingerea lichidului de fisurare în strat în locul ţiţeiului cu care se executa mai înainte acest proces de împingere (presare).

Înlocuirea în întregime a lichidului de fisurare actual cu apă este condiţionată de posibilitatea de a mări viscozitatea apei pentru a se asigura menţinerea în suspensie a nisipului ce intră în compoziţia lichidului de fisurare.

Ingredientele de adăugat apei în acest scop, fără să aibă repercusiuni negative asupra funcţionării sondei, sînt încă pe deplin precizate.

Ţinînd seama de marele număr de operaţii de fisurare ce s-au executat la sondele din şantierele Moldovei în cursul anului 1962 s-au realizat la consumurile proprii de ţiţei şi la consumurile efectuate la foraj şi probe de punere în producţie a sondelor noi economii, aproximativ 38% din cantitatea prevăzută în plan la aceste capitole.



INFORMAŢII ECONOMICE

* * * **Industria de gaze a Uniunii Sovietice în anul 1980.** Erdöl und Kohle nr. 10, 1962, p. 852.

După modificarea structurii economiei energetice a Uniunii Sovietice, producţia de gaze de 680—720 miliarde m³, prevăzută a se atinge în anul 1980, va acoperi aproximativ 31 % din necesităţile de energie primară ale ţării. La aceasta contribuţia principală trebuie s-o dea R.S.F.S.R. : 320 miliarde m³ ; datorită puternicii ei industrializări, această republică va fi, din acest punct de vedere, încă tributară altor republici.

R.S.S. Ucraineană va trebui să producă circa 110 miliarde m³, din care 50 miliarde m³ pentru nevoile sale, iar 60 miliarde m³ vor fi livrate altor republici. R.S.F.S.R. va primi din acestea 33 miliarde m³, iar restul de gaze necesare îi va fi furnizat, printre altele, de R. S. S. Turkmenă, R. S. S. Uzbekă (130 miliarde m³), R. S. S. A. Komi (17,5 miliarde m³) şi de Siberia (47 miliarde m³).

Republicile asiatice mijlocii, care la data actuală furnizează circa 14,4 % din producţia totală de gaze, vor trebui să producă în 1980 cel puţin 24 % din totalul producţiei de gaze a Uniunii Sovietice ; ele, împreună cu R.S.F.S.R., R.S.S. Ucraineană şi R.S.S. Azerbaidjeană vor fi principalele republici producătoare de gaze.

În prezent, numai în jumătate din cele 30 de provincii gazeifere ale Uniunii Sovietice are loc o exploatare sistematică. Pînă în anul 1980 vor trebui să fie introduse în exploatare un număr de 870 zăcăminte, cu un total de circa 19 000 sonde.

De asemenea, este necesar ca în această perioada să se construiască 150 000 pînă la 170 000 km conducte şi aproximativ 600 staţii de compresoare, după cum şi o serie de instalaţii pentru prelucrarea gazelor, în care se vor extrage anual circa 27 mil. t. condensat.

DOCUMENTARE

Cercetări pentru petrol în Marea Nordului. În : Zeitschrift für angewandte geologie nr. 1 1963, p. 54.

În Marea Nordului, pe o zonă îngustă din vecinătatea coastei engleze, sînt în curs lucrări de cercetare pentru petrol. Cercetările se execută pe o suprafaţă de 30 000 mile pătrate, pe o bandă lată de 3 mile, care se întinde între Lowestoft şi Firfh Of Forth.

Baza de operaţii este la Grimsbym, iar lucrările s-au executat în lunile de vară ale anului 1962 şi continuă în 1963. Prin aceasta lucrările pentru petrol din Marea Nordului au intrat într-o fază nouă.

Olandezii, care au înregistrat succese la lucrările executate în vecinătatea coastei nordice a Olandei, prevăd noi lucrări, şi anume în zona de coastă din regiunea oraşului Haga. Aici se intenţionează îndeosebi să se stabilească existenţa unor acumulări de gaze comparabile cu cele descoperite pe uscat.

Prof. A. F. Dobriansky. **Transformarea ţiţeiului în natură.** În : Revue de l'Institut Français du Pètrole, ian. 1963, p. 41.

Ţiţeiul, ca şi cea mai mare parte a substanţelor organice naturale, suferă transformări care la un moment dat îl pot face chiar să dispară.

S-a observat că zăcămintele adînci conţin în general ţiţeiuri uşoare cu un mare procent de benzină şi care, de cele mai multe ori, sînt de natură parafinică. După unii cercetători aceste proprietăţi s-ar datora acţiunii catalitice a argilelor.

Factorii fizico-chimici care condiţionează evoluţia ţiţeiului sînt : temperatura, presiunea şi catalizatorii. Factorii locali ocazionali au acţiunea ce poate accelera sau frîna pe a celor dintîi.

Astfel, s-a constatat că evoluţia ţiţeiului este un fenomen orientat şi universal legat de tendinţele substanţelor de a forma sisteme cu nivelurile cele mai joase de energie liberă în condiţiile date.

Nivelul de energie minimal în prezenţa oxigenului pentru hidrocarburi este atins cu formarea de CO_2 şi H_2O. În absenţa oxigenului, acest nivel este reprezentat teoretic prin carbon şi metan. Astfel, componenţii ţiţeiului sînt stadii intermediare între substanţe cuprinzînd molecule heteroatomice şi ciclice avînd un nivel ridicat de energie liberă şi produşii binali, carbonul şi metanul, cu un nivel de energie liber scăzut.

Mecanismul degradării energetice cuprinde două fenomene de bază strîns legate şi mergînd în paralel. Se observă, pe de o parte, formarea de molecule mici plecînd de la cele mai mari (hidrocarburi parafinice inferioare, gaze, aromatice, alcooli etc.) şi, pe de altă parte, condensarea moleculelor mijlocii conţinînd nuclee poliaromatice ajungînd la structuri policiclice din ce în ce mai voluminoase şi complicate (conţinînd nuclee hidroaromatice şi scurte catene laterale).

Fenomenele enunţate sînt întovărăşite de redistribuirea intermoleculară a hidrogenului indispensabil şi favorabil din punct de vedere energetic.

S-au studiat reacţiile care au loc atunci cînd ţiţeiul este supus la diferite temperaturi în prezenţa catalizatorilor de tipul alumino-silicaţilor şi s-a constatat că se obţin cantităţi de produse uşoare în funcţie de : proporţia ţiţei-catalizator, variaţia de temperatură şi aciditatea catalizatorilor.

În ceea ce priveşte condiţiile zăcămîntului, acestea diferă variind cantitatea de catalizator existentă în zăcămînt, forma în care se găseşte acesta — argile sau nisipuri, calcare care conţin incluziuni de argile —, temperaturile care variază între 150 şi 250°C, în funcţie de adîncime, şi altele care fac ca studierea problemei formării ţiţeiului să fie mult îngreuiată.

Studiile de laborator nu pot să se efectueze în condiţiile din zăcăminte, dacă ţinem seamă de faptul că acolo rareori temperaturile ating 250°C şi că timpul în care se petrec reacţiile este de ordinul a milioane de ani. Aceasta face ca reacţiile să se efectueze la temperaturi mai ridicate şi în timp mult mai scurt, lucru care cere o deosebită atenţie şi rezervă în interpretarea rezultatelor care se obţin.

Mecanismul transformărilor, după cum s-a arătat, merge pe două direcţii : degradare şi condensare. Astfel moleculele complexe se transformă în sisteme mai simple prin îndepărtarea unor radicali a căror prezenţă poate fi admisă în substanţele heteroatomice. Aceşti radicali cu structuri primitive nu pot rămîne în noile molecule simplificate de hidrocarburi datorită scăderii nivelului energetic şi structurii sterice.

Moleculele degradate conținînd nuclee aromatice se condensează, din cauza lipsei de hidrogen în sistem, formînd molecule policiclice cu greutate moleculară ridicată.

Structurile mixte conținînd cicluri aromatice indestructibile și cicluri naftenice instabile se descompun începînd cu partea naftenică.

Țițeiurile brute grele, bogate în rășini, nu conțin ciclopentan, ciclohexan sau benzen, însă conțin totdeauna homologi ai acestora. Aceste hidrocarburi simple apar în stadiile ulterioare ale evoluției, probabil ca urmare a schimburilor dintre radicali.

Acest fenomen, la rîndul său, duce la formarea de structuri cu totul noi, nepăstrînd caracterul structurilor materiilor primare. (S-a obținut, de exemplu, experimental un amestec aproape echimolecular de benzen și xilen plecînd de la toluen.)

Toate aceste reacții merg spre formarea de substanțe cu nivel energetic minim.

Dacă admitem că țițeiurile iau naștere în natură cu formarea de molecule cu greutate moleculară din ce în ce mai mică sub formă de hidrocarburi parafinice, trebuie să ne așteptăm ca țițeiurile vechi din punct de vedere geologic, și precis cele care au putut urma evoluția indicată înainte, să aibă un caracter parafinic.

COMPOZIȚIA ȚIȚEIURILOR PROVENITE DIN ZĂCĂMINTE DIN PERIOADE GEOLOGICE DIFERITE

Vîrstă	Densitate	Parafine	Benzină	Lampant
Chinozoic	0,888	1,9	19	17
Mezozoic	0,872	3,1	21	12
Paleozoic	0,848	4,1	26	15

Conținutul mai ridicat de hidrocarburi ușoare în benzine și parțial în petroluri lampante, ca și scăderea densității și creșterea conținutului de parafină solidă trebuie condiționate din punct de vedere termocatalitic ca rezultînd din fenomenul de rupere a moleculelor primitive.

A. A. Karțev a demonstrat că raportul dintre hidrocarburile naftenice — parafinice scade în funcție de adîncimea zăcămîntului, deci de temperatura acestuia.

SCURTE ȘTIRI

Printre realizările obținute de petroliștii Întreprinderii de foraj-Moinești în ultimul timp se numără utilizarea turbinei cuplate la adîncimi mai mari de 3 100 m. Acest lucru a contribuit la sporirea vitezei mecanice de foraj și la reducerea totală a avariilor provenite din cauza materialului tubular. Un factor care contribuie la obținerea de succese în producție îl constituie menținerea verticalității sondelor prin măsurarea la timp a deviațiilor, precum și prin luarea celor mai bune măsuri de îndreptare a găurii.

Prin folosirea fluidelor de foraj cu filtrații reduse sub 8 cm^3 și cu viscozitate sub 50″, sondorii de la Moinești au săpat găuri netubate, depășind intervalele de 2 000 m, economisind în același timp mari cantități de burlane. De asemenea, prin folosirea cu succes a tratamentului cu trepanină al fluidelor de foraj s-a înlocuit tratamentul cu amidon, produs necesar altor ramuri economice. Urmărindu-se continuu lucrul sapelor pe talpă s-a dovedit că ele s-au uzat rațional și s-au lichidat în întregime avariile produse de sapele cu role.

Australia, care pînă de curînd era o țară fără exploatări petroliere, în prezent are al doilea șantier petrolier care se află la Sunnybank în Quncesland.

La o încercare cu probatorul de straturi la adîncimea de 1 786—1 802 m s-a obținut un debit de 96 m^3/zi dintr-un nisip ce se crede a fi de vîrstă permiană.

Sunnybank este aproximativ la 105 km spre nord-vest de șantierul Moonie, primul șantier descoperit în Australia în care în prezent sînt zece sonde în producție. Șantierul Moonie produce din triasic de la o adîncime de aproximativ 1 767 — 1789 m.

În prezent, cercetările în domeniul țițeiului iau amploare, iar prospectarea se face cu toate metodele geofizice cunoscute.

Perspectivele sînt foarte bune, căci coloana de formațiuni sedimentare este goală, se găsesc foarte numeroase structuri mari, două șantiere cu producție și o conductă de țiței în construcție pînă la fortul Bisbane.

În prezent, Australia cheltuiește 236 milioane de dolari pentru importul de produse petroliere.

*

In Iran s-a descoperit un nou șantier Mansuri, situat la 80 km de Abadan și 45 km de portul petrolier Bander Nashur. Țițeiul a fost descoperit la adîncimea de 2 180 m în calcarul Asmari, care este sursa celei mai mari cantități din țiței produs în Iran.

În Arabia Saudită s-a înființat o societate petrolieră de stat, care să coordoneze toate ramurile de activitate ale acestei industrii, de la cercetare pînă la comercializare. Primul buget se ridică la 223 000 de dolari. Această societate va lucra sub controlul Ministerului Petrolului.

Prima parte a rafinăriei din Gujerat (India), construită cu ajutorul U.R.S.S., va intra în funcțiune în octombrie 1964, și a doua parte în martie 1965.

Un complex petrochimic va fi creat în zona industrială Sakai lîngă Osaka (Japonia). Investițiile vor fi de circa 300 mil. dolari.

Punerea în funcțiune a primei unități este prevăzută pentru anul 1966—1967 cu o producție de 110 250 t/an de etilenă. Diferitele produse obținute sînt: cauciuc, etilen, propilen, oxid de etilenă, clorură de etilenă, metacrilat de metil, polibutadienă, polistiren, caprolactamă și rășini acrilonitrilice butadienstirenice.

Rezervele de gaze naturale ale Belgiei și Olandei au fost oficial estimate la circa 400 miliarde m^3 gaze.

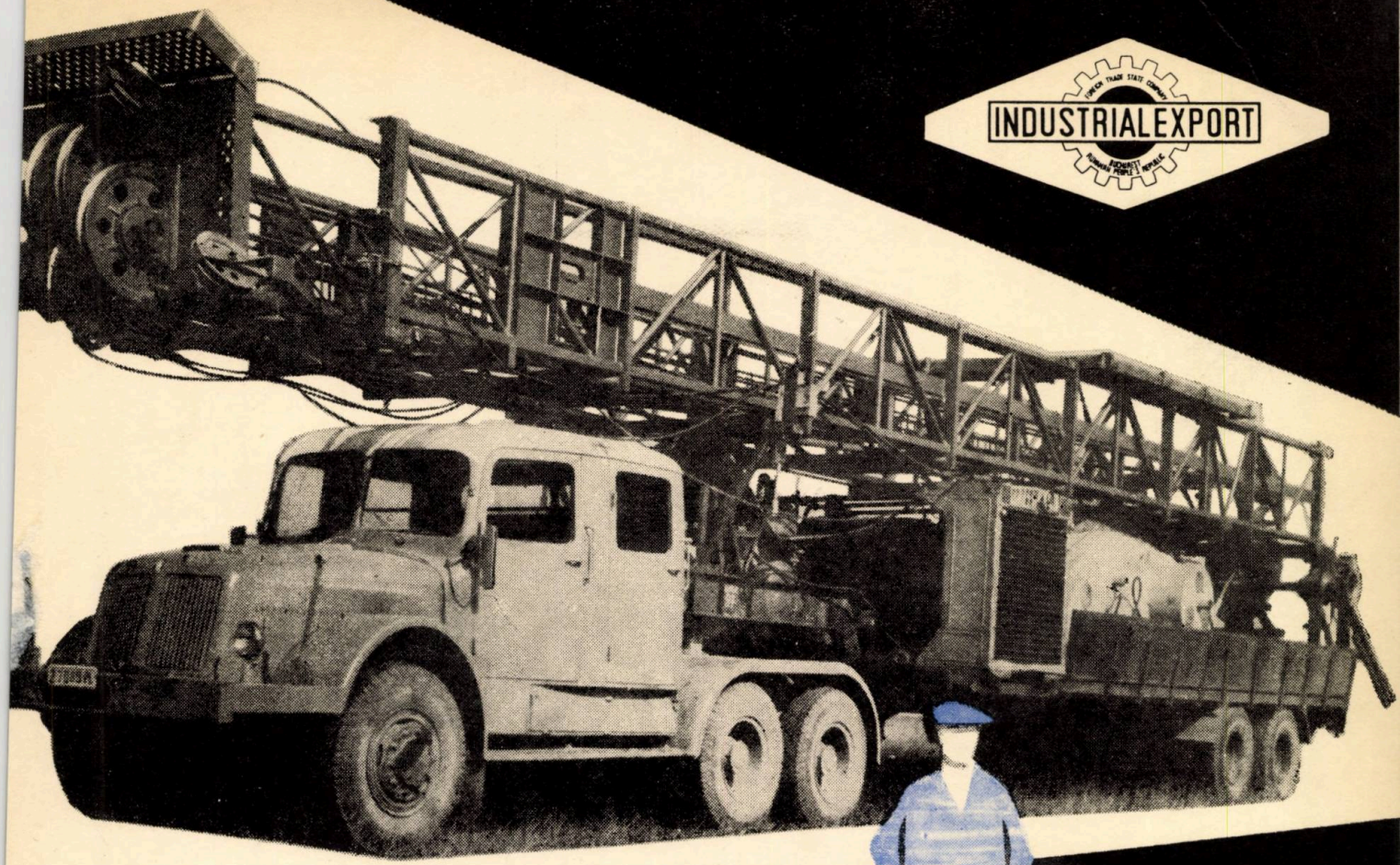
Producția de petrol brut a U.R.S.S. a fost de 148 mil. t în 1960. În anul 1970 ea va egala pe cea a Statelor Unite ale Americii și o va întrece pe aceasta în 1980.

Un nou zăcămînt de petrol și gaze a fost descoperit în Croația la o distanță de circa 10 km de rafinăria Sisak.

După părerea specialiștilor se va atinge o producție de 300 000 t/an, după punerea în funcțiune a puțului.

Urmează ca cercetările să se intensifice în această regiune a Croației în cursul acestui an.

MŰSZAKI KÖNYVTÁR



INDUSTRIALEXPORT

Rumanian oilfield equipment known the world over

— Diesel driven drilling equipment for prospection, exploration and exploitation for depths down 6 000 m
— Production equipment
— Drilling and instrumentation tools

exported by:

„INDUSTRIALEXPORT"
Bucharest Rumania
2, Gabriel Peri Street
Telephone 116 Telex 224

On demand „Industrialexport" put at the disposal of those concerned skillful specialists for technical advices and setting up of installations.

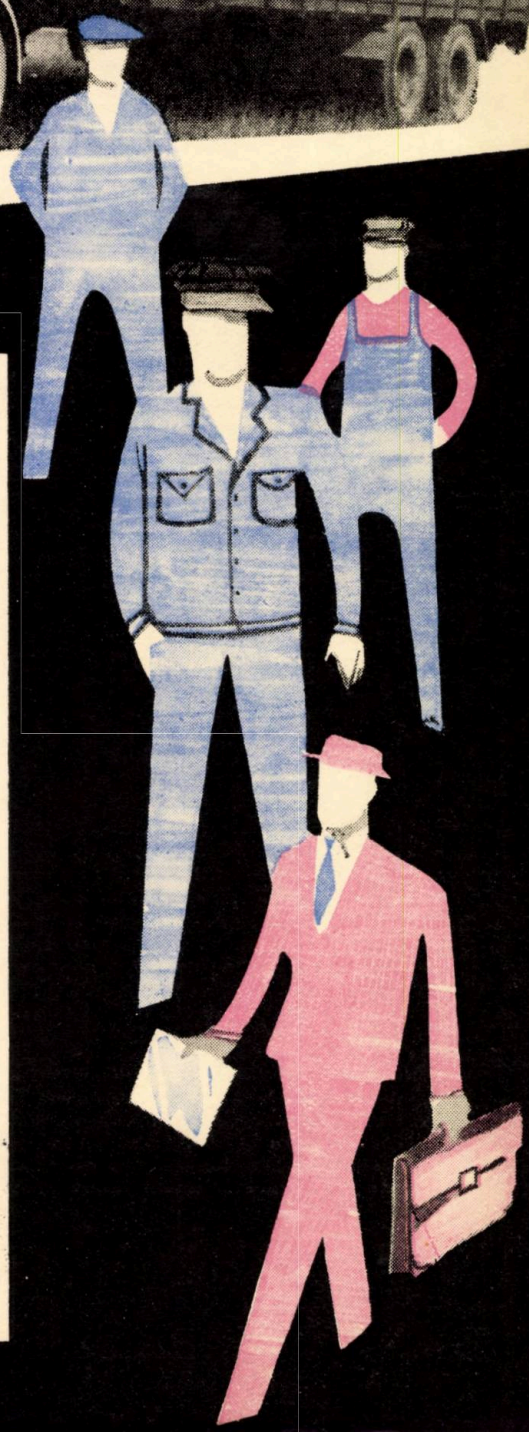
Outillage pétrolier roumain de renommée mondial

— Installations de forage, actionnées par des moteurs Diesel pour la prospection, l'exploration et l'exploitation à des profondeurs jusqu'à 6 000 m
— Equipement de production
— Outils de forage et d'instrumentation

exportés par:

„INDUSTRIALEXPORT"
Bucarest Roumanie
2, rue Gabriel Péri
Téléphone 116 Télex 224

Sur demande, des spécialistes sont mis à la disposition des intéressés par „Industrialexport" pour des consultations techniques et la mise en fonction des installations.



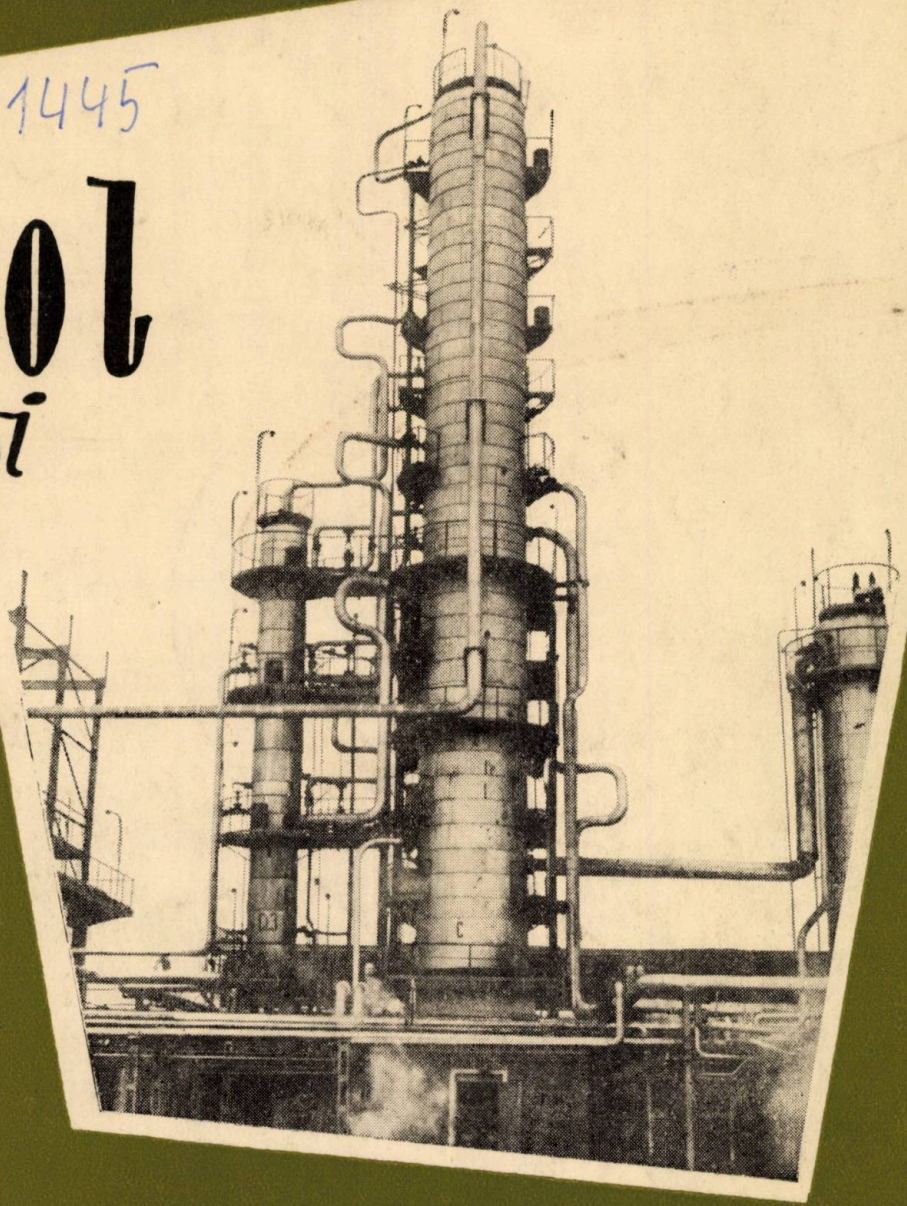
Revista PETROL şi GAZE, organ a Ministerului Industriei Petrolului şi Chimiei şi al Consiliului Naţional al Inginerilor şi Tehnicenilor din R.P.R (C.N.I.T.) Redacţia: Bucureşti, str. Ion Ghica, nr. 3, raion Tudor Vladimirescu, telefon 16.78.78 Revista este editată de Centrul de documentare al industriei petrolului şi chimiei. Abonamentele pentru biblioteci, cabinetele tehnice, individuale se pot achita in numerar sau in contul nostru de virament : Centrul de documentare al industriei petrolului şi chimiei — sectorul publicaţiilor tehnice — telefon 13.52.23, Bd. N. Bălcescu, nr. 16, raion 30 Decembrie, cont 136402 — 17 B.R.P.R., Filiala 30 Decembrie, Bucureşti. Tarif pentru intreprinderi lei 100 anual ; tarif pentru abonamentele individuale : lei 30 anual. Preţul unui exemplar : lei 5. Taxele poştale plătite în numerar conform aprobării D.G.P. Tc. nr.560/11 759/1962. Tiparul : Intreprinderea Poligrafică Informaţia, Bucureşti — c. 3201

LEI 5

43103

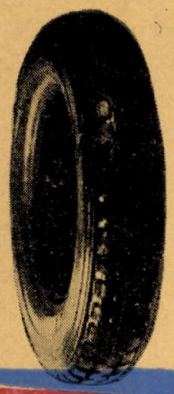
E 1445

petrol și gaze



8

PETROL ȘI GAZE • Vol. 14 • Nr. 8 • P. 373 — 420 • BUCUREȘTI, 1963



UZINELE CHIMICE
Victoria

FLOREȘTI
REG. PLOIEȘTI
GARA BĂICOI

produc:

anvelope și camere
de biciclete
motociclete
autoturisme, auto-
camioane, autobuze
și tractoare

E 1445

ORSZÁGOS MŰSZAKI KÖNYVTÁR ÉS DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT 1883

CUPRINS

	Pag.
P. TĂNĂSESCU : **Cercetări gravimetrice pentru stabilirea influenţelor deficitelor mici de masă**	373–378
I. D. PÎRCĂLĂBESCU : **Cîteva consideraţii geochimice în legătură cu compoziţia mineralogică a unor zăcăminte de hidrocarburi fluide din R.P.R.**	379–390
D. CODREANU, N. STĂNĂRÎNGĂ şi C. ŞERBAN : **Progrese în teoria şi practica cercetării sondelor din Republica Populară Romînă**	391–397
S. TINDECHE : **Progrese tehnice la transportul ţiţeiului în R.P.R.**	398–401
G. BĂRBATU : **Consideraţii asupra domeniului de aplicabilitate a relaţiilor de determinare grafică sau prin calcul a cifrei cetanice a motorinelor**	402–406
V. MIHAI : **Problema deşeurilor radioactive în şantierele de petrol**	407–411
I. MOREGA : **Producţia şi exportul de instalaţii şi utilaje complete romîneşti în continuă dezvoltare**	412–415
SCURTE ŞTIRI	415
CRONICĂ	416
INFORMAŢII ECONOMICE	417–418
DOCUMENTARE	418–420
RECENZII	420

C O M I T E T U L D E R E D A C Ţ I E

Ing. I. NICULESCU, Laureat al Premiului de Stat, redactor responsabil, ing. GH. ALDEA, ing. I. COSTESCU, ing. V. COVRIG, dr. ing. N. CRISTEA, Laureat al Premiului de Stat, dr. ing. AL. DRĂGAN, ing. I. ISTRATE, ing. G. PACOSTE, ing. N. ROŞCA, ing. I. TOCAN, candidat în ştiinţe tehnice şi ing. A. ZBEREA.

Fotografia de pe copertă reprezintă instalaţia de distilare atmosferică de la Rafinăria Dărmăneşti.

СОДЕРЖАНИЕ

Г. ТЭНЭСЕСКУ: **Гравиметрические исследования для определения влияний небольших массовых дефицитов** ..... 373—278

И. Д. ПЫРКЭЛЭБЕСКУ: **Геохимические соображения относительно минералогического состава ряда румынских залежей жидких углеводородов** ..... 379—390

Д. КОДРЯНУ, Н. СТЭНЭРЫНГЭ и К. ШЕРБАН: **Успехи в области теории и практики исследования скважин в Румынской Народной Республике** ..... 391—397

С. ТИНДЕКЕ: **Технический прогресс в области транспорта нефти в Румынии** ..... 398—401

И. Г. БЭРБАТУ: **Соображения относительно области применимости соотношений графического или расчётного определения кетанового числа дизтоплива** ..... 402—406

В. МИХАЙ: **Вопрос радиоактивных отходов на нефтепромыслах** 407—411

И. МОРЕГА: **Непрерывное развитие производства и экспорта румынских комплексных установов и оборудования** ..... 412—415

ХРОНИКА 416

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ИНФОРМАЦИИ ..... 417—418

ДОКУМЕНТАЦИЯ ..... 418—420

РЕЦЕНЗИИ 420

П. ТЭНЭСЕСКУ: **Гравиметрические исследования для уточнения влияния малых массовых дефицитов.**

В статье приводятся результаты детальных гравиметрических исследований, проведенных с применением высокочувствительной аппаратуры для определения влияния оказываемого малыми массовыми дефицитами. Показано теоретически и практически, что гравиметрия располагает возможностями выявления слабых минимумов менее 1 мгалов, которые с известными ограничениями могут быть приписаны углеводородным залежам. Вместе с тем указывается на возможности выявления несложных тектонических элементов.

Petrol şi Gaze 14, 8, стр. 373—378
ДК 622.1

И. Г. БЭРБАТУ: **Соображения относительно области применимости соотношений графического или расчётного определения кетанового числа дизтоплива.**

В настоящей работе освещается ряд весьма полезных практических научно-технических соображений по уточнению и установлению области применимости уравнений для графического или расчетного определения кетанового числа дизтоплив.

Вместе с тем излагается метод расчётного определения кетанового числа, разработанный на основе лабораторных исследований. Метод может быть применен с положительными результатами на широком диапазоне дизтоплив, для которых существующие в технической литературе формулы не применимы.

Petrol şi Gaze 14, 8, 1963 стр. 402—406
ДК 662.753.321 :665.521.5.

И. Д. ПЫРКЭЛЭБЕСКУ: **Геохимические соображения относительно минералогического состава ряда румынских залежей жидких углеводородов.**

Минералогический состав осадочных пород в залежах жидких углеводородных месторождений обусловлен главным образом двумя факторами: материнской породой, образовавшей осадочные породы и физико-химическими условиями, в которых образовались осадочные породы. Идентифицируются материнские породы осадочных пород ряда нефтяных залежей в зоне диапировых складок и Гетской низменности и объясняются физико-химические условия, в которых образовались эти осадочные породы.

Petrol şi Gaze 14, 8, 1963 стр. 379—390
ДК 553.982 :459.1.665.5

И. МОРЕГА: **Непрерывное развитие производства и экспорта румынских комплексных установок и оборудования.**

В этом материале представлены важнейшие достижения в ведущих отраслях народного хозяйства за годы режима народной демократии и в связи с этим рост объема внешнеторговых обменов завовов и комплексных установок осуществленных, через „ИНДУСТРИАЛЭКСПОРТ".

Представляются типы установок и оборудования, поставленные Румынией в разные страны, а также техническея помощь, оказанная нашими специалистами по монтажу и пуску в эксплуатацию поставленного оборудования.

Petrol şi Gaze 14, 8, 1963 стр. 412—415
ДК 665.5.002.5 :66.013.5

INHALTSVERZEICHNIS

P. TĂNĂSESCU: **Gravimetrische Untersuchungen zur Bestimmung des Einflusses kleiner Massendefizite** 373–378

I. D. PÎRCĂLĂBESCU: **Einige geochemische Betrachtungen im Zusammenhang mit der mineralogischen Zusammensetzung einiger Lagerstätten flüssiger Kohlenwasserstoffe in der RVR** 379–390

D. CODREANU, N. STĂNĂRÎNGĂ und C. SERBAN: **Fortschritte in der Theorie und Praxis der Sondenuntersuchungen in der RVR** 391–397

S. TINDECHE: **Technische Fortschritte in der Erdölbeförderung in der RVR** 398–401

I. G. BĂRBATU: **Betrachtungen über das Anwendungsgebiet der Beziehungen zur graphischen oder rechnerischen Bestimmung der Ketanziffern der Dieselöle** 402–406

V. MIHAI: **Das Problem der radioaktiven Abfälle in den Erdölrevieren** 407–411

N. MOREGA: **Die ständige Entwicklung der Produktion und Ausfuhr von kompletten rumänischen Anlagen und Ausrüstungen** 412–415

CHRONIK 416

WIRTSCHAFTLICHE INFORMATIONEN 417–418

DOKUMENTATION 418–420

BUCHBESPRECHUNGEN 420

P. TĂNĂSESCU: **Gravimetrische Untersuchungen zur Bestimmung des Einflusses geringer Massendefizite.**

Im Aufsatz werden einige Ergebnisse eingehender und mit überaus empfindlichen Apparaten vorgenommener Forschungen zur Bestimmung des Einflusses geringer Massendefizite dargelegt. Es wird darauf hingewiesen, dass theoretisch und praktisch die Gravimetrie es ermöglicht geringe Mengen (unter 1 mgli) zu bestimmen die mit gewissen Begrenzungen berechnet werden.

Ferner wird auf die Möglichkeit hingewiesen, auch einfache theoretische Elemente zu bestimmen. Der Verfasser gibt eine Berechnungsformel des gravitationalen Effektes für einen zweidimensionalen Körper mit dreieckigem Ausschnitt an.

Petrol şi Gaze, 14, 8, 1963, p. 373–378
D.K. 622.1

I. G. BĂRBATU: **Betrachtungen über das Anwendungsgebiet der Beziehungen zur graphischen oder rechnerischen Bestimmung der Ketanziffer der Dieselöle.**

In vorliegendem Aufsatz werden einige technisch-wissenschaftliche Betrachtungen dargelegt, die von äusserst praktischem Wert für die Bestimmung und Festlegung des Anwendungsgebietes der Beziehungen zur graphischen oder rechnerischen Bestimmung der Ketanziffer von Dieseltreibstoffen sind. Ferner wird ein Berechnungsverfahren zur Bestimmung der Ketanziffer auf Grund der Studien und Laboruntersuchungen in der Exportstation der Erdölerzeugnisse im Hafen Constantza dargelegt. Dieses Verfahren kann für Dieselöle verwendet werden für die die bisher in der technischen Fachliteratur enthaltenen Formeln nicht anwendbar sind.

Petrol şi Gaze 14, 8, 1963 p. 402–406
D.K. 662.753.321 :665.521.5.

I. D. PÎRCĂLĂBESCU: **Einige geochemische Betrachtungen im Zusammenhang mit der mineralogischen Zusammensetzung einiger Lagerstätten flüssiger Kohlenwasserstoffe in der RVR.**

Die mineralogische Zusammensetzung der sedimentären Gesteine in den Lagerstätten flüssiger Kohlenwasserstoffe ist in erster Reihe von zwei Faktoren bedingt: von dem Muttergestein aus dem sich das sedimentäre Gestein gebildet hat und den physikalischen und chemischen Bildungsbedingungen des sedimentären Gesteins.

Es wird das Muttergestein sedimentärer Gesteine in gewissen Erdöllagerstätten in der Zone der Diapirfalten und dem Getischen Tiefland bestimmt und die physikalisch-chemischen Bedingungen unter denen sich dieses sedimentäre Gestein gebildet hat, erklärt.

Petrol şi Gaze 14, 8, 1963, p. 379–390
D.K. 553.982 :549.1 :665 5

I. MOREGA: **Die ständige Entwicklung der Produktion und Ausfuhr von kompletten rumänischen Anlagen und Ausrüstungen.**

Das Material bezieht sich auf die wichtigsten Errungenschaften der Volkswirtschaft in den Jahren der Volksdemokratie und damit verbunden auf den Warenaustauch von Fabriken und kompletten Anlagen durch das Aussenhandelsunternehmen Industrialexport erzielt.

Gleichzeitig werden Anlagen und Ausrüstungs-Typen die von Rumänien nach verschiedenen Ländern geliefert werden sowie auch der technische Beistand unserer Fachleute für Montage, Inbetriebsetzung und Einsatz der seitens Industrialexport gelieferten Ausrüstungen als auch die Ausbildung der technischen Kräfte die in den betreffenden Ländern notwendig sind, dargelegt.

Petrol şi Gaze 14, 8, 1963, p. 412–415
D.K. 665.5.002.5 : 66.013.5

SOMMAIRE

P. TĂNĂSESCU : **Recherches gravimétriques destinées à établir les influences des petits déficits de masse** 373–378

I. D. PÎRCĂLĂBESCU : **Quelques considérations géochimiques concernant la composition minéralogique de certains gisements d'hydrocarbures fluides de la R.P.R.** 379–390

D. CODREANU, N. STĂNĂRIGĂ et C. SERBAN : **Progrès accomplis dans la théorie et la pratique de l'investigation des sondes dans la République Populaire Roumaine** 391–397

S. TINDECHE : **Progrès techniques dans le transport du pétrole brut dans la R.P.R,** 398–401

I. G. BĂRBATU : **Considérations sur le domaine d'applicabilité des relations concernant la détermination graphique ou par calcul du nombre de cétane des gasoils** 402–406

V. MIHAI : **Le problème des déchets radioactifs dans les chantiers de pétrole** 407–411

I. MOREGA : **Production et exportation des installations et equipements roumains dans un developpement continu** 412–415

CHRONIQUE 416

INFORMATIONS ÉCONOMIQUES 417–418

DOCUMENTATION 418–420

COMPTES–RENDUS 420

P. TĂNĂSESCU : **Recherches gravimétriques destinées à établir les influences des petits déficits de masse.**

L'article présente les résultats obtenus par des recherches gravimétriques très détaillées et un appareillage de haute sensibilité, destiné à établir l'influence des petits déficits de masse. On fait ressortir que la gravimétrie a — théoriquement et pratiquement — la possibilité de déceler des minimes faibles inférieures à 1 mgalls pouvant être attribuées, avec certaines limitations, aux gisements d'hydrocarbures. Il y a aussi des chances de détecter les éléments tectoniques simples. On établit une formule de calcul de l'effet gravitationnel pour le cas général d'un corps bidimensionel à section triangulaire.

Petrol şi Gaze 14, 8, 1963. p. 373–378
C.D. 622.1

I. GH. BĂRBATU : **Considérations sur le domaine d'applicabilité des relations concernant la détermination graphique ou par calcul du nombre de cétane des gasoils.**

L'article contient quelques considérations techniques et scientifiques, d'une grande utilité pratique, lorsqu'il s'agit de préciser et d'établir le domaine d'applicabilité des relations concernant la détermination graphique ou par calcul du nombre de cétane des huiles Diesel.

On expose aussi les principes d'une méthode de détermination par calcul du nombre de cétane, réalisée par suite des études et des recherches de laboratoire. Cette méthode est applicable, avec de bons résultats, à une large gamme de gasoils, pour lesquels les formules qui existent actuellement dans la littérature technique de spécialité ne sont pas valables et utilisables.

Petrol şi Gaze 14, 8, 1963 p. 402–406
C.D. 662.753.321 :665.521.5

I. D. PÎRCĂLĂBESCU : **Quelques considérations géochimiques concernant la composition minéralogique de certains gisements d'hydrocarbures fluides de la R.P.R.**

La composition minéralogique des roches sédimentaires dans les gisements d'hydrocarbures fluides est déterminée principalement par deux facteurs : la roche-mère qui a engendré les roches sédimentaires et les conditions physiques et chimiques de formation des roches sédimentaires. On identifie les roches-mère pour les roches sédimentaires de cerains gisements de pétrole brut de la Zone des Plis Diapirs et de la Dépression Gétique et on explique les conditions physico-chimiques de la formation de ces roches sédimentaires.

Petrol şi Gaze 14, 8, 1963. p. 379–390
C.D. 553 982 :549.1 :665.5

I. MOREGA : **Production et exportation des installations et equipements complets roumains dans un développement continu.**

Cet article présente les réalisations les plus importantes obtenues dans les branches maîtresses de l'économie nationale durant les années du regime démocratique populaire et par suite de l'accroissement du volume des échanges commerciaux extérieurs eu égard aux fabriques et aux installations complètes réalisées par Industrialexport.

Les types des installations et des outillages livrés par la Roumanie à divers pays, l'assistance technique accordée par nos spécialistes pour le montage, la mise en fonction et l'exploitation des installations livrées par Industrialexport, ainsi que la formation des techniciens des pays respectifs sont également détaillées dans cet article.

Petrol şi Gaze 14, 8, 1963 p. 412–415
C.D. 665.5.002.5 :66.013.15

CONTENTS

P. TĂNĂSESCU : **Gravimetric researches for establishing the effects of small mass deficits** 373–378

I. D. PÎRCĂLĂBESCU : **Some geochemical considerations concerning the mineralogical composition of some fluid hydrocarbon deposits of the R.P.R.** 379–390

D. CODREANU. N. STĂNĂRIGĂ and C. SERBAN : **Progresses in the theory and practice of well investigation in the Rumanian People's Republic** 391–397

S. TINDECHE : **Technical advances in the field of crude oil conveyance in the R.P.R.** 398–401

I. G. BĂRBATU : **Some considerations on the applicability field of relations concerning the graphic or caculated determination of the cetane number in Diesel oils** 402–406

M. VASILE : **The problem of radioactive wastes in oil yards** 407–411

I. MOREGA : **Production and export of Rumanian installations and complete equipment growing continuously** 412–415

CHRONICLE 416

ECONOMIC NEWS 417–418

DOCUMENTATION 418–420

REVIEWS 420

P. TĂNĂSESCU : **Gravimetric researches for establishing the effects of small mass deficits.**

Some results are presented of gravimetric researches carried out in great detail by means of highly sensitive apparatus to establish the influences of small mass deficits. It is demonstrated that gravimetry is theoretically and practically able to detect minima below 1 mgalls that may be attributed — with certain limitations — to hydrocarbon deposits.

Some chances also exist to detect simple tectonic elements. A calculus formula of the gravitational effect has also been established for the general case of a bidimensional body with triangular section.

Petrol şi Gaze 14, 8, 1963 p. 373–378
D.C. 622.1

GH. BĂRBATU : **Some considerations on the applicability field of relations concerning the graphic or calculated determination of the cetane number in Diesel oils.**

This paper presents some technical and scientific considerations of outstanding practical interest in establishing the applicability field of relations concerning the graphic or calculated determination of the cetane number in Diesel oils.

A practical method of determining by calculus the cetane number, based on the studies and laboratory researches carried out at the oil product export station in Constantza is also described.

This method is successfully applicable to a wide range of Diesel oils to which the formulae yet indicated in the technical literature are not valuable and applicable.

Petrol şi Gaze 14, 8, 1963 p. 402–406
D. C. 662.753.321 :665.521.5

I. D. PÎRCĂLĂBESCU : **Some geochemical considerations concerning the mineralogical composition of some fluid hydrocarbon deposits of the R.P.R.**

The mineralogical composition of sedimentary rocks in fluid hydrocarbon deposits is mainly determined by two factors : the mother rock which generated the sedimentary rocks and the physical and chemical conditions under which such rocks were formed. The author identifies the mother rocks of the sedimentary rocks found in some crude oil deposits of the Overthrust Fold Zone and the Gaetic Depression and describes the physical and chemical conditions under which these sedimentary rocks were formed.

Petrol şi Gaze 14, 8, 1963 p. 379–390
D.C. 553.982.549.1 :665.5

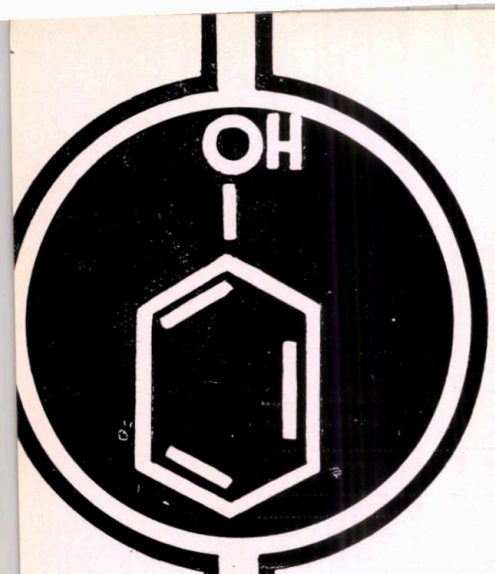
I. MOREGA : **Production and export of Rumanian installations and complete equipment growing continuously**

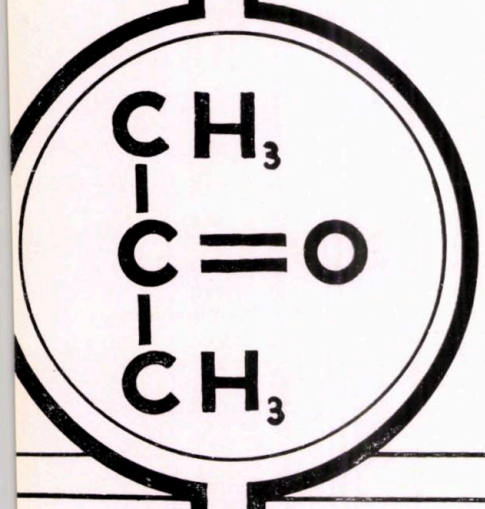
This article reports the main realizations of the national economy leading branches during the popular democratic regime and as a consequence the growth of foreign trade exchange volume as regards factories and complete equipment carried out by Industrialexport.

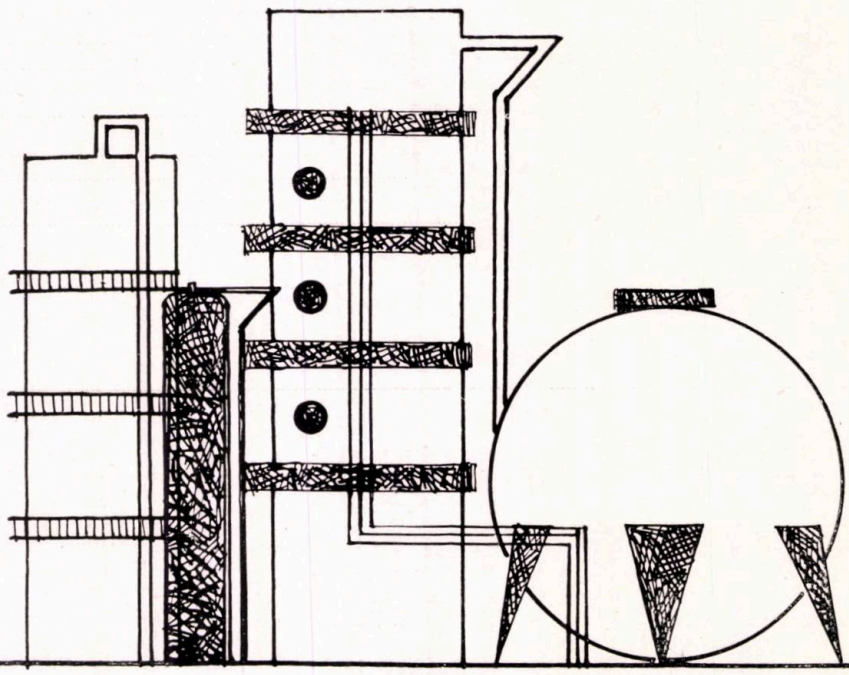
The various types of installations and equipment supplied by Rumania to many countries, the technical assistance granted by our specialists for erecting, comissionning and running the installations supplied by Industrialexport, as well as the training of local technicians from the respective country are also described in this article.

Petrol şi Gaze 14, 8, 1963 p. 412–415
D.C. 665.5.002.5 :66.013.5

Phenol and acetone







High-grade products obtained by the Rumanian petrochemical industry, via cumen

Sole exporters in Rumania:

CHIMIMPORT
BUCUREȘTI

CHIMIMPORT
BUCUREȘTI

CHIMIMPORT — Bucharest
Bd. Republicii 10 ● P.O. Box 525
Telephone 160636 Telex: 215

petrol și gaze

ANUL XIV Nr. 8 AUGUST 1963
ORGAN AL MINISTERULUI INDUSTRIEI PETROLULUI ȘI CHIMIEI ȘI AL CONSILIULUI NAȚIONAL AL INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN R. P. R.

Cercetări gravimetrice pentru stabilirea influențelor deficitelor mici de masă

Ing. P. TĂNĂSESCU

Avîntul impetuos al tehnicii actuale, precum și creșterea preciziei datelor furnizate de instrumentul matematic atît în stabilirea bazelor teoretice cît și în prelucrarea rezultatelor creează în permanență perspective noi de dezvoltare și aplicare a prospecțiunilor geofizice în general. Necesitatea abordării unor probleme de complexitate crescîndă în cercetarea și explorarea subsolului, precum și exigențele impuse în rezolvarea acestora reclamă la rîndul lor o aparatură adecvată și un tratament analitic corespunzător.

Astfel, condiționarea aceasta reciprocă între circumstanțele economice și tehnice a adus în prezent prospecțiunea gravimetrică într-o situație aproape inimaginabilă acum 15—20 ani: aceea de metodă directă de prospectare a hidrocarburilor.

I. Începerea unor cercetări în acest sens răspunde cerințelor introducerii tehnicii noi în prospecțiunea pentru petrol. Astfel, lucrările executate recent au avut ca scop executarea unor cercetări gravimetrice pe o mare densitate de stații, cu o aparatură specială, într-o regiune de interes petrolier, în care anomaliile gravimetrice cunoscute nu erau semnificative. Lucrările au avut un caracter experimental și s-a căutat să se vadă în ce măsură pot să se evidențieze prin lucrări de mare detaliu (de unde denumirea de microgravimetrie), detalii foarte fine, ca: mici variații litologice, accidente tectonice de mică amploare, zone impregnate, zone inundate etc.

De obicei cunoașterea superficială a unei metode și în special necunoașterea limitelor și posibilităților ei aduc întotdeauna denaturări nedorite.

Rolul acestei teme a fost acela de a preciza posibilitățile prospecțiunii gravimetrice ca metodă de prospectare directă a hidrocarburilor, oferind în același timp geofizicienilor și geologilor din industria noastră petrolieră o documentare directă pe structuri cunoscute din țară.

Întrucît pentru alegerea regiunii în care să se experimenteze în prima fază metoda trebuia respectată o serie întreagă de condiții, s-a stabilit ca suprafața regiunii de lucru să fie de circa 5 km² și să acopere zona unei structuri cunoscute.

Pe această structură urma, în primul rînd, să se vadă dacă prin măsurători microgravimetrice se poate evidenția structura existentă ca o anomalie de densitate, deoarece harta Bouguer existentă nu reliefează nici o anomalie în această zonă și, în al doilea rînd, dacă în cadrul anomaliei

datorită structurii se pot constata alte anomalii cauzate de contrastul de densitate datorat zonei impregnate cu hidrocarburi. În felul acesta s-a făcut o distincție clară de la început între prospecțiunea microgravimetrică și prospecțiunea gravimetrică ca metodă directă, prima referindu-se la numărul mare de stații pe km², iar a doua la precizia mare a măsurătorilor.

De obicei, pentru aplicarea unei metode noi, literatura de specialitate este insuficientă și dispersată, indicînd căi de rezolvare foarte diferite, alteori chiar contradictorii. Ținînd seamă și de faptul că cercetarea este în curs atît la noi cît și peste hotare, prezenta lucrare poate fi privită și ca o documentare asupra stadiului actual al cunoștințelor și cercetărilor în acest domeniu în care ne găsim în prezent. Din această cauză, rezultatele obținute pînă acum trebuie considerate ca preliminare, urmînd ca cercetările ulterioare să le completeze, să le finalizeze sau, eventual, să le modifice.

II. Zăcămîntul cercetat se găsește cantonat în nisipurile neogene de la periferia sudică a Depresiunii pericarpatice susținute de depozitele cretacice din platformă. Depozitele jurasice și cretacice sînt reprezentate prin calcare dolomitice și calcare compacte, peste care se depun transgresiv sedimente neogene. Sarmațianul și meoțianul au, în general, un facies predominant marnos, cu slabe intercalații de marno-calcare, nisipuri sau gresii. Grosimea lor crește de la sud către nord. Ponțianul are un facies în general nisipos și nisipos-marnos. Dacianul și levantinul sînt alcătuite din nisipuri și pietrișuri. Cuaternarul cuprinde loessuri și depozite de terase.

Depresiunea pericarpatică se termină în această regiune printr-un monoclin ce se ridică de la NV către SE, sedimentele depresiunii așezîndu-se transgresiv și discordant peste cele ale platformei. Această ridicare continuă și lentă (4'—6°) este întreruptă de o falie EV, care afectează atît sedimentele platformei cît și cele ale depresiunii pînă la levantin inclusiv și care a provocat o ușoară boltire în compartimentul nordic. În această boltire anticlinală s-au oprit hidrocarburile venite din depresiune, migrarea lor mai departe fiind împiedicată de o falie, care constituie în acest fel o jalonare la sud a zăcămîntului. Zăcămîntul este constituit din gaze cantonate în nisipurile din baza sarmațianului și în complexul nisipos din baza ponțianului.

III. În laboratorul de proprietăți fizice au fost determinate densități pentru diferite carote din sondele săpate în regiune. În urma lucrărilor executate s-au putut separa următoarele complexe :

1) de la suprafață pînă la ponțianul productiv exclusiv	2,20 g/cm³
2) baza ponțianului și sarmațianul	2,25 g/cm³
3) cretacicul	2,35 g/cm³

Densitatea complexului productiv din baza ponțianului oscilează între 1,94 și 2,10, iar a celui din baza sarmațianului între 2,10 și 2,17. Pentru aplicarea corecției Bouguer de strat intermediar s-a ales densitatea 2,20.

IV. Măsurătorile s-au efectuat cu un aparat de mare sensibilitate (0,01 mgali). Suprafața acoperită cu măsurători gravimetrice de detaliu cuprinde aproximativ întreaga structură, zăcămîntul fiind acoperit, circa 50% în zona sa centrală, cu măsurători de mare densitate.

S-a ridicat întîi o rețea de stații de bază (densitate 2,5 stații/km²), pe care s-a sprijinit rețeaua de profile (9,1 stații/km²). În zona centrală a zăcămîntului s-a realizat o rețea geometrică de mare densitate (73 stații/km²), fiind prima de acest gen în industria noastră petrolieră.

Rețeaua stațiilor de bază s-a măsurat în cicluri dus-întors sau în sistem radial (în stea); rețeaua de profile în cicluri dus-întors, iar rețeaua geometrică a fost măsurată exclusiv în sistemul de trepte cvadruplu (patru stații înainte și trei înapoi).

Corecția de relief nu s-a aplicat, regiunea fiind aproape plană. În urma aplicării reducerilor Faye, Bouguer, de latitudine și de variație diurnă, s-a obținut valoarea anomaliei Bouguer.

Ținînd seamă de eroarea de drift care nu a fost mai mare de 0,020 mgali, de eroarea de închidere aproximativ egală cu 0,030 mgali, de eroarea provocată de variația diurnă care nu a depășit 0,015 mgali, de eroarea provocată la determinarea cotei (Z) de circa 0,015 mgali și de eroarea provocată la determinarea coordonatelor (X, Y) de ordinul miimilor de miligali a rezultat o eroare totală de aproximativ $\pm$ 0,08 mgali. Pe harta Bouguer curbele s-au trasat la echidistanța de 0,20 mgali.

V. Extragerea gradientului regional s-a făcut pe o rețea triunghiulară cu latura $l=1$ cm pe harta Bouguer la scara 1 : 10 000 cu ajutorul formulei* :

$$g_r = \frac{1}{24}\left[\sum_{i=1}^{12} g_i(d_1) + \sum_{i=1}^{12} g_i(d_2)\right] \qquad (1)$$

unde $d_1 = l\sqrt{7}$ și $d_2 = l\sqrt{21}$.

Anomalia reziduală Bouguer este $\Delta g = g_0 - g_r$, g_0 fiind valoarea gravității în centru.

Harta gradientului vertical de ordinul II al gravitației s-a calculat pe o rețea pătratică cu latura de 1 cm pe aceeași hartă Bouguer. S-a utilizat formula Rosenbach :

$$\left(\frac{\partial^2 g}{\partial z^2}\right)_P \sim \frac{1}{24\,d^2}\left[96\,g_P - 18\sum_{i=1}^{4} g_i(d) - 8\sum_{1}^{4} g_i(d\sqrt{2}) + \right.$$
$$\left. + \sum_{1}^{8} g_i(d\sqrt{5})\right] \qquad (2)$$

unde d s-a luat egal cu 300 m.

* Formula a fost stabilită după cîteva încercări care au dat rezultate foarte bune în cazul cîmpului studiat. Pentru a putea fi aplicată cu succes și în alte cazuri recomandăm de asemenea o prealabilă confruntare.

Continuarea analitică în semispațiul inferior (la $z = -900$ m) s-a calculat pe aceeași rețea pătratică, utilizîndu-se formula L. Constantinescu și R. Botezatu [1]:

$$F(-md) = a_m F(0) + b_m \sum_1^4 F_i(d) + c_m \sum_1^4 F_i(d\sqrt{2}) \tag{3}$$

unde $d = 300$ m, iar $m = 3$.

Calculul anomaliei cu abaca Jung s-a făcut pe profilele A și B măsurate din 50 în 50 m, în sistem de trepte cvadruplu, pentru care existau secțiuni geologice, separîndu-se complexe litologice după valoarea densității.

Calculul formei geometrizante a structurii s-a făcut ținînd seamă de înclinările constante ale straturilor, ale faliei și de forma alungită a structurii asimilabile cu un triunghi foarte turtit.

Din teoria potențialului, un element de masă dm situat în punctul $M(\xi, \eta, \zeta)$ provoacă în punctul $A(x, y, z)$ un efect:

$$\Delta g = k \frac{\zeta - z}{r} \frac{dm}{r^2}$$

unde:

$$r = \overline{AM} = \sqrt{(\xi - x)^2 + (\eta - y)^2 + (\zeta - z)^2};$$

$k = 6{,}67.10^{-8}$ u. CGS;

$dm = \sigma\, dv$.

Pentru un punct A, situat pe suprafața solului, pe un profil perpendicular pe structură, adică $A(x, o, o)$, întrucît η variază de la $-\infty$ la $+\infty$, avem:

$$\Delta g = k\sigma \iiint \frac{\zeta\, d\xi\, d\eta\, d\zeta}{[(\xi - x)^2 + (\eta - y)^2 + (\zeta - z)^2]^{3/2}} = 2k\sigma \iint_D \frac{\zeta\, d\xi\, d\zeta}{(\xi - x)^2 + \zeta^2}.$$

Domeniul $D = D_1 + D_2$ al integralei duble este limitat astfel (fig. 1):

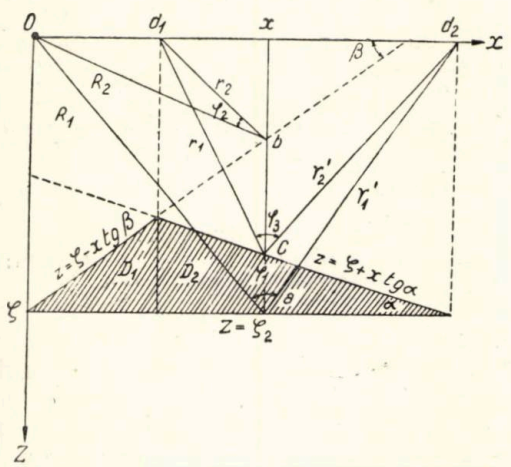


Fig. 1.

pentru D_1:

$$\xi \begin{vmatrix} d_1 \\ 0 \end{vmatrix} \quad \text{și} \quad \zeta \begin{vmatrix} \zeta_2 \\ \zeta_2 - x \operatorname{tg} \beta. \end{vmatrix}$$

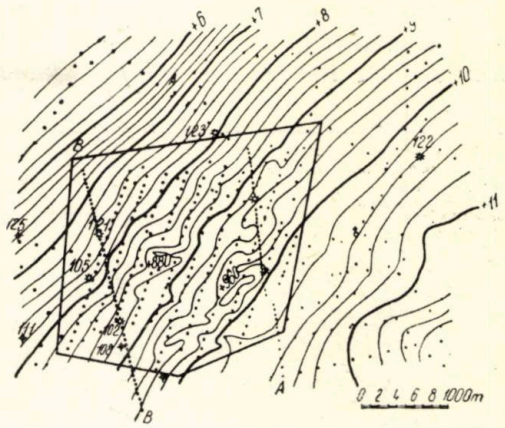


Fig. 2. Anomalia Bouguer pe rețeaua cu 73 stații/km²; (echidistanța curbelor 0,20 mgali).

iar pentru D_2:

$$\xi \begin{vmatrix} d_2 \\ d_1 \end{vmatrix} \quad \text{și} \quad \zeta \begin{vmatrix} \zeta_2 \\ \zeta_1 + x \operatorname{tg} \alpha. \end{vmatrix}$$

Integrînd, vom căpăta formula:

$$\frac{\Delta g}{2k\sigma} = x \ln \frac{R_1}{R_2} + (d_1 - x) \ln \frac{r_1}{r_2} + (d_2 - x) \ln \frac{r_1'}{r_2'} + a\varphi_1 - b\varphi_2 - c\varphi_3. \tag{4}$$

în care:

$$a = \zeta_2;$$

$$b = \zeta_2 - x \operatorname{tg} \beta;$$

$$c = \zeta_1 + x \operatorname{tg} \alpha;$$

$$R_1^2 = x^2 + a^2;$$

$$R_2^2 = x^2 + b^2;$$

$$r_1^2 = (d_1 - x)^2 + c^2;$$

$$r_2^2 = (d_2 - x)^2 + b^2;$$

$$r_1'^2 = (d_2 - x)^2 + a^2;$$

$$r_2'^2 = (d_2 - x)^2 + c^2;$$

$$\varphi_1 = \operatorname{arc\,tg} \frac{d_2 - x}{a} + \operatorname{arc\,tg} \frac{x}{a};$$

$$\varphi_2 = \operatorname{arc\,tg} \frac{x}{b} - \operatorname{arc\,tg} \frac{x - d_1}{b};$$

$$\varphi_3 = \operatorname{arc\,tg} \frac{x - d_1}{c} + \operatorname{arc\,tg} \frac{d_2 - x}{c}.$$

Primul rezultat important obținut în cadrul acestei lucrări constă în evidențierea existenței unor anomalii gravimetrice (fig. 2), prin realizarea unei rețele de foarte mare detaliu și prin

folosirea unei aparaturi de înaltă sensibilitate, într-o zonă în care prospecțiunile curente nu sesizează anomalii.

Al doilea rezultat obținut este constatarea că deasupra unei structuri geologice, sub forma unei ușoare boltiri anticlinale, bine determinată prin lucrări de foraj, anticlinală, suportînd sedimente mai puțin dense, ar avea aceeași densitate pînă la o adîncime oarecare (eventual limita Cr/J), atunci ea

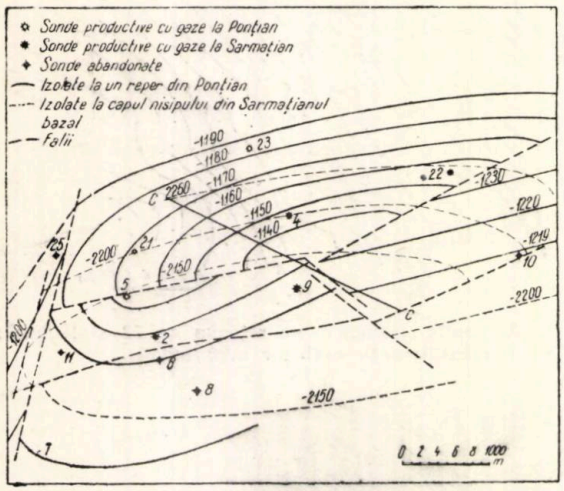


Fig. 3. Harta structurală după datele de foraj.

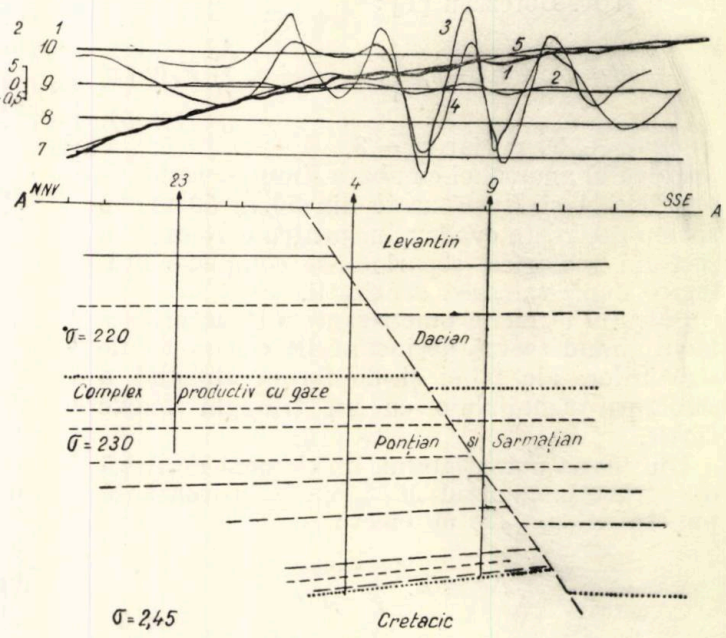


Fig. 4. Profil comparativ A:

1 – anomalia Bouguer măsurată, scara în mgali; *2* – anomalia locală, scara în mgali; *3* – continuarea analitică pentru $z = -900$ m, scara în mgali; *4* – derivata a doua, scara în 10^{-15} u. CGS; *5* – anomalia calculată cu abaca Jung; ···· limită de contrast de densitate.

apar anomalii de minim pe fondul firesc al anomaliei de maxim gravitațional (fig. 2, 3, 4, 5).

În privința cauzei acestor anomalii de minim toate prelucrările hărții Bouguer (fig. 6, 7, 8) pledează pentru surse de perturbare în afara

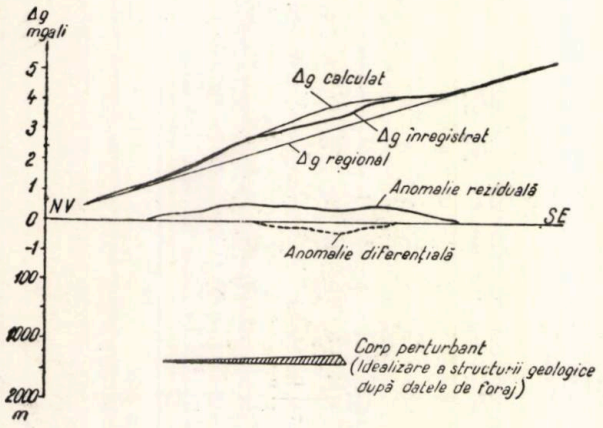


Fig. 5. Profilul C.

sursei gradientului regional, deci pentru formațiuni superficiale, cantonate în sedimentarul platformei.

Mai mult, profilele A și B, calculate cu abace Jung, și profilul C, calculat după formula teoretică (fig. 4, 5), vin să precizeze că dacă bolta

s-ar manifesta sub forma unui maxim alungit. Or, după cum se știe, la nivelul ponțianului (1 150 – 1 200 m), în structură este cantonat un zăcămînt de hidrocarburi gazoase, de asemenea la nivelul bazei sarmațianului (2 100 m); la fel,

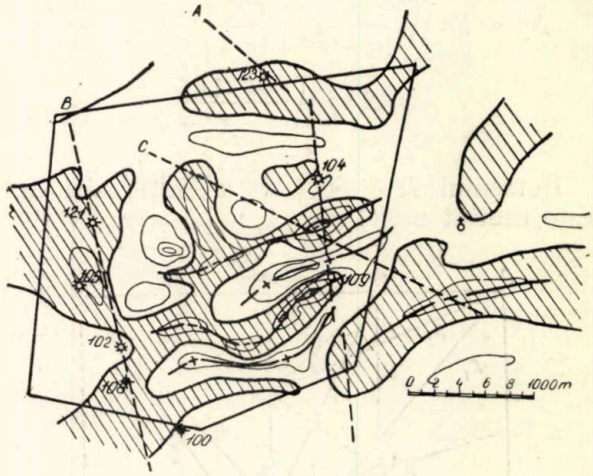


Fig. 6. Anomalia locală:

—— – —— ax de minim; —— + —— ax de maxim; echidistanța curbelor 0,10 mgali.

densitatea nisipurilor productive este mai mică decît a orizonturilor inferioare și superioare ($\Delta\sigma = 0{,}10 - 0{,}15$). Este clar deci că în aceste condiții geofizice este puțin probabil ca structura să se poată manifesta sub forma unui maxim gravitațional continuu. În continuare,

dacă suprapunem harta anomaliei reziduale peste harta structurală după datele de foraj (fig. 3 şi 6) constatăm că un ax de minim este

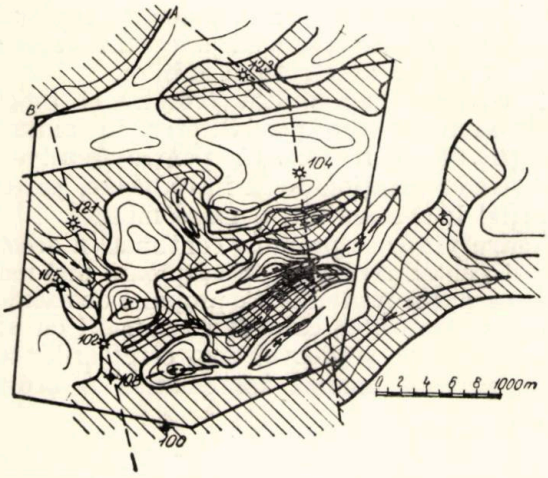


Fig. 7. Gradientul vertical de ordinul II al gravitaţiei (derivata a doua):
—— – —— ax de minim; —— + —— ax de maxim; echidistanţa curbelor $250 \cdot 10^{-15}$ u. CGS (curba de 0 sau 1 000).

amplasat exact de-a lungul axei centrale a zăcămîntului din ponţian, iar alt ax de minim urmăreşte pînă la un moment dat axa zăcămîntului din sarmaţian, apoi se redresează spre nord, în apropierea celor două falii transversale.

În continuare să luăm în consideraţie formula de mai jos [2]:

$$\Delta g = 0{,}04185\, \Delta\sigma \cdot h \cdot p\,(1 - k)$$

unde:

			Ponţian	Sarmaţian
$\Delta\sigma$	reprezintă	contrast densitate apă/gaze, g/cm³	0,7	0,7
h	—	grosime strat colector, m	1	1
p	—	porozitate, %	20	25
k	—	saturaţie în apă, %	30	30

Calculînd cu datele existente [3] găsim efectul total al zăcămîntului cercetat de 0,37 mgali.

Anomalia reziduală obţinută grafic pe profilul *C* (fig. 5), ca diferenţă între cea calculată pentru structură şi cea măsurată, indică un minim de 0,40 mgali. Anomalia reziduală calculată analitic nu depăşeşte 0,30 mgali.

Cu toate că aceste rezultate sînt precise (eroarea medie a valorilor Bouguer este de $\pm 0{,}08$ mgali), sînt clare (axele sînt distincte avînd direcţie precisă), sînt concordante (axele se păstrează în prelucrările hărţii Bouguer, iar ordinul de mărime al anomaliei calculat prin diverse metode este cam acelaşi), sînt lipsite de aproximări grosolane [calculate cu abace Jung şi cu formula (4), fac ipoteze simplificatoare acceptabile] şi converg toate către o singură concluzie, aceea de a pune minimele constante pe seama zăcămîntului de gaze, totuşi, în stadiul actual al prelucrării acestor rezultate, este greu de a afirma cu certitudine acest lucru.

Profilul Jung calculat arată o mică neconcordanţă spre extremităţile lui, provenită din ipoteza geologică a interpretării datelor de sonde. Aceasta implică o modificare a secţiunii geologice întocmite. Pentru înlăturarea neconcordanţei, ori se acceptă o altă înclinare a straturilor în afara perimetrului sondelor, ori se admite o variaţie de facies manifestată printr-o schimbare a densităţii rocilor la acelaşi nivel. Dar acest lucru este încă neesenţial faţă de problema cercetată.

Alte fapte care contestă cu mai multă pondere concluzia de mai sus sînt rezultatele calculelor cantitative efectuate în ultimul timp [4]. Calculul adîncimii pînă la centrul de greutate al corpului perturbant (formula Mikov) indică o adîncime sub 500 m, iar pînă la suprafaţa lui (formula Smidt) indică o adîncime de aproximativ 400 m. Oricît de mare ar fi eroarea, datorită aproximărilor, la stabilirea acestor formule (şi în cazul formulei Mikov este din pricina formei corpului), totuşi diferenţa faţă de realitate este mult prea mare pentru a putea fi neglijată.

Este remarcabil faptul că minimele apar chiar în centrul zăcămîntului, exact în zona de acumulare maximă a efectelor, dar suprafaţa de extindere a anomaliilor este redusă, iar amplitudinea destul de mică ca acestea să nu poată fi separate de minime similare provocate de alte cauze. Existenţa acestor „alte cauze" nu este exclusă dacă ţinem cont de pietrişurile terasei Ialomiţei sau chiar de pedologia regiunii. Pe o hartă reziduală ele ar apărea

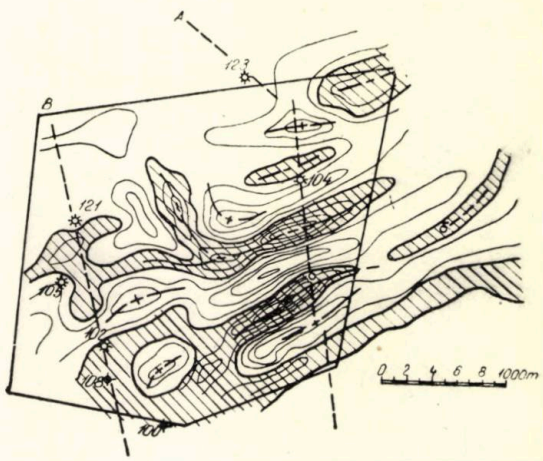


Fig. 8. Continuarea analitică a anomaliei Bouguer pentru $z = -900$ m:
—— – —— ax de minim; —— + —— ax de maxim.

ca maxime separate de minime. În privinţa ordinului de mărime a efectului acestor pietrişuri se poate face un calcul. Cunoaşterea

acestui ordin de mărime ar aduce un element prețios în problema interpretării.

Numai repetarea acestui efect de minim pe mai multe zăcăminte de hidrocarburi ar putea da mai multă certitudine acestei teze. Dar cel mai convingător argument va fi fără îndoială reprospectarea structurii după exploatarea zăcămîntului și constatarea maximelor în locul minimelor, ca rezultat al înlocuirii hidrocarburilor cu apele de zăcămînt.

În afara acestor anomalii principale de minim mai apar în vestul zonei și alte anomalii cu un caracter net distinct. Amplitudinea lor este mai redusă, iar orientarea diferită. Este clar, deci, că ele sînt efectul unor cauze cu totul diferite. S-ar putea să fie manifestarea unor variații lente de facies.

Se mai remarcă de asemenea minimul de la sud al cărui ax principal urmărește continuarea estică a faliei, iar o ramură pleacă spre nord. Aspectul acestor anomalii este iarăși diferit de al celorlalte anomalii de minim. Ea este mult mai alungită și neînsoțită de maxime corespunzătoare. Ținînd cont de alura și de poziția ei sîntem tentați să o punem pe seama faliei respective.

Rezultatele obținute sînt: gravimetria de foarte mare detaliu și cu aparatură specială poate evidenția zone anomale în regiuni unde gravimetria curentă nu scoate nimic în evidență; pe structura cercetată s-a constatat un maxim care în zona sa centrală prezintă unele minime de 0,25—0,30 mgali; aspectul acestor minime este același cu cel cunoscut din literatura de specialitate pentru cazuri asemănătoare; există multe argumente favorabile pentru a se explica aceste minime prin prezența zăcămîntului de gaze cunoscut; există însă și factori perturbanți care contestă această legătură; s-au obținut de asemeni anomalii care au aspectul clasic al efectului faliilor.

În concluzie s-a arătat teoretic și practic că gravimetria are posibilitatea în anumite condiții de a fi folosită pentru rezolvarea obiectivelor menționate în introducere, pe care de altfel le-a atins într-o mare măsură.

Pentru viitor se propune continuarea acestor lucrări pentru structuri de amploare mai mare sau mai puțin profunde. Se propune de asemeni studierea factorilor care dau anomalii cu amplitudine mică și dezvoltarea cercetărilor teoretice privind analiza matematică a acestor cauze.

BIBLIOGRAFIE

[1] Constantinescu, L. și Botezatu, R. *Contribuții la interpretarea fizică a anomaliilor cîmpurilor potențiale. I. Continuarea analitică în semispațiul inferior.* Probleme de geofizică, Ed. Acad. R. P. R. vol I, p. 97—138.

[2] Medovskii, I. K. și Komarov, G. M. *Asupra posibilității existenței minimurilor gravitaționale locale deasupra zăcămintelor de petrol și gaze.* Gheologhiia nefti i gaza 11, 1959, p. 50—52.

[3] * * * *Raport geologic cu calculul rezervelor de gaze de pe structura Urziceni, 1 ianuarie 1961.* Arhiva M. I. P. C. — T. E. G.

[4] Popescu, N. *Raport final tema 132 „Aplicarea metodelor noi de interpretare calitativă și cantitativă la analizarea anomaliilor gravimetrice și magnetice".* Arhiva M. I. P. C. — I. L. Geo, 1961.

Cîteva considerații geochimice în legătură cu compoziția mineralogică a unor zăcăminte de hidrocarburi fluide din R.P.R.

I. D. PÎRCĂLĂBESCU
Candidat în științe tehnice

În lucrarea noastră [13] s-a prezentat compoziția mineralogică a unor zăcăminte de hidrocarburi fluide din R.P.R., zăcăminte aparținînd seriilor geologice miocen și pliocen din zona cutelor diapire și din Depresiunea Getică. În tabela 1, reluată din lucrarea [13], se redă participarea procentuală a diferitelor minerale și familii de minerale pentru carotele analizate, carote extrase atît din orizonturile productive cît și din cele sterile ale zăcămintelor studiate.

Cercetarea tabelei 1 ne permite să desprindem unele considerații geochimice importante atît în problema condițiilor de formare a mediului solid al acestor zăcăminte, cît și în problemele exploatării zăcămintelor de hidrocarburi fluide.

O primă observație este aceea că pentru zonele studiate miocenul se deosebește de pliocen în ceea ce privește compoziția mineralogică și participarea procentuală a mineralelor care alcătuiesc mediul solid al zăcămintelor de hidrocarburi fluide analizate. În cadrul aceleiași serii geologice (tabela 1), etajele geologice din diferitele structuri petroliere se deosebesc între ele. Deosebirile dintre seriile geologice, precum și diferențierile dintre etajele geologice sau cele din cadrul aceluiași etaj geologic, în diferitele zone petroliere analizate provin de la mai mulți factori, dintre care principalii sînt: rocile-mame care au generat rocile sedimentare analizate și condițiile fizice și chimice în care s-au format rocile acestor zăcăminte de hidrocarburi fluide.

Pentru a putea identifica rocile-mame, precum și condițiile fizice și chimice în care s-au format rocile sedimentare din zăcămintele analizate este necesar întîi să prezentăm mineralele componente, condițiile lor de formare, pe baza datelor literaturii de specialitate, pentru ca apoi să desprindem condițiile locale în care s-au format rocile sedimentare din zăcămintele analizate.

Mineralele identificate în etajele geologice analizate [13], grupate pe clase și grupe cristalo-chimice [7], sînt redate în tabela 2.

Rezultat al unui proces complex — acțiunea fizică și chimică a diferitelor medii asupra rocii-mame, procesul de transportare și de depozitare în bazinul de sedimentare, procesul de diageneză — mineralele din tabela 2 se pot grupa în două mari categorii: minerale stabile și minerale nestabile.

Din prima categorie, minerale complet stabile sînt puține, și anume: rutil, zircon, turmalină, cuarț, minerale ce se desprind ușor de roca-mamă

Tabela 1

Seria geologică	Structura petrolieră	Etajul geologic	Orizontul	Participarea procentuală												
				1	2		3	4	5	6		7			8	9
				Minerale grele	+ mice	Clorit	Aragonit	Chabasit faujasit	Cuarţ	Halloysit-caolinit-pirofilit	Serpentin	Montmorillonit	Beidellit	Morencit	Ablikit	Minerale uşoare	+ săruri
Pliocen	Gura Ocniţei	Levantin	N	2,5		—	1	1	1	47	—	47			↑	0,5	
	Gura Ocniţei	Dacian	I	0,5		—	4	4	8	30	13	40				0,5	
	Gura Ocniţei	Dacian	I	0,5		—	6	8	7	27	13	38				0,5	
	Gura Ocniţei	Meoţian I	N	←		4		→	6	30	10	50				slabă	
	Gura Ocniţei	Meoţian III	N	1,5		—	6	6	10	30	13	33				0,5	
	Gura Ocniţei	Meoţian III	I	0,5		—	4	4	11	30	14	30				0,5	
	Ochiuri	Meoţian	P	1		4	4	4	13	30	13	30				<1	
	Aninoasa	Meoţian	P	0,5		2	4	4	11	30	18	30				0,5	
	Bogaţi	Meoţian	P	1,5		4	5	6	10	28	12	33			lipseşte	0,5	
	Moşoaia	Meoţian	P	2,5		9	11	13	11	20	10	23				0,5	
	Sărata Monteoru	Meoţian	P	10		—	35	35	3	←	—	—	17	—	—	—	→
	Sărata Monteoru	Meoţian	P	5		—	17	18	10	20	9	20				1	
	Sărata Monteoru	Meoţian	P	5		—	24	24	7	11	8	20				1	
	Sărata Monteoru	Meoţian	P	3		—	6	6	12	28	14	30				1	
	Sărata Monteoru	Meoţian	P	2		4*	27	27	5	15	4	15				1	
	Sărata Monteoru	Meoţian	P	2		9*	30	50	3	←	—	—	6	—	—	—	→
	Sărata Monteoru	Meoţian	P	1		3*	6	9	11	26	13	30				1	
	Podeni	Meoţian	P	1		—	6	12	10	28	12	31				slabă	
	Boldeşti	Meoţian	N	1		—	3	5	11	30	14	36				slabă	
	Boldeşti	Meoţian	P	2		—	4	7	12	30	13	32				slabă	

				Minerale grele	Mice	Bavalit	Aragonit	Chabasit-faujasit	Cuarţ	Halloysit-caolinit-pirofilit	Serpentin	Montmorillonit	Beidellit magnezian	Morencit	Ablikit	Minerale uşoare	$MgCO_3$ + K_2SO_4
Miocen	Boldeşti	Sarmaţian	P	slabă	slabă	30	0,5	0,5	27	↑	↑	↑		38		1	2+1
	Boldeşti	Sarmaţian	P	0,5	2	26	3	4	27					33		1,5	1,5+1
	Boldeşti	Sarmaţian	I	0,5	0,5	—	1	2	65					25		1	5
	Boldeşti	Sarmaţian	I	0,5	1	26	2	3	21					43		0,5	2+1
	Boldeşti	Sarmaţian	I	0,5	0,5	25	10	10	21					30		0,5	1,5+1
	Boldeşti	Sarmaţian	I	0,5	1	—	1	2	54					40		0,5	1
	Bilteni	Sarmaţian	I	0,5	slabă	29	—	2	27					39		0,5	2
	Ţicleni	Sarmaţian	N	5	14	23	—	—	22					28		1	2
	Ţicleni	Helveţian I	N	slabă	5	29	—	8	26					29		<1	1+1
	Ţicleni	Helveţian I	P	2	10	13	5**	21	18	↓	↓	↓		25		1	5+0

lipseşte

N – orizont steril; I – orizont inundat; P – orizont productiv; * – hidrohematit; **granat.

Tabela 2

Mineralul	Clasa		Grupa cristalo-chimică	Formula chimico-mineralogică
Ilmenit	Oxizi		Ilmenit	$FeTiO_3$
Rutil			Rutil	TiO_2
Cuarț			Cuarț	SiO_2
Calcedonie			Cuarț	SiO_2
Opal			Cuarț	$SiO_{2\,aq}$
Brucit	Hidroxizi		Brucit	$Mg[OH]_2$
Hidrohematit			Brucit	$\beta FeO[OH]$
Limonit			Goethit	$FeO[OH]_{aq}$
Sare gemă	Cloruri		Sare gemă	NaCl
Aragonit	Carbonați		Calcit	$CaCO_3$
Magnezit			Magnezit	$MgCO_3$
Gips	Sulfați		Gips	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$
Sulfat de potasiu			Sulfați anhidri	K_2SO_4
Albit	Silicați	Alumino-silicați	Plagioclazi	$(Ca_xNa_{1-x})\ \{Al_{1+x}Si_{3-x}O_8\}$
Oligoclaz			Plagioclazi	
Ortoclaz			Ortoclaz	$K\ \{AlSi_3O_8\}$
Microclin			Microclin	
Chabasit		Alumino-silicați cu H_2O	Zeoliti	$(CaNa_2)\ \{Al_2Si_4O_{12}\}\ 6H_2O$
Faujasit			Zeoliți	$(CaNa_2)\ \{Al_4Si_{10}O_{28}\}\ 20H_2O$
Turmalină		Meta- și ortosilicați	Turmalină	$Na(FeMg)_3Al_3\ \{B_3Al_3Si_6O_{27}\ [OH]_3\}$
Zircon			Zircon	$Zr[SiO_4]$
Granat			Granat	$(CaFeMg)_3\ (AlFe)_2\ [SiO_4]_3$
Hornblendă			Tremolit	$(NaCaK\,Mn)_{2-3}(Mg\,Fe\,Ti\,Mn\,Al)_5\ (OHF)_2[Si_8O_{22}]$
Muscovit		Alumino-silicați cu structură lamelară	Mice	$KAl_2\ [OH]_2\ \{AlSi_3O_{10}\}$
Biotit			Mice	$K(Fe^{++}\,Mg)_3\ [OH]_2\ \{(Al\ Fe)\ Si_3O_{10}\}$
Flogopit			Mice	$KMg_3\ [OH]_2\ \{AlSi_3O_{10}\}$
Glauconit			Hidromice	$K_{<1}\ (FeAl)_2\ [OH]_2\ \{(AlFe)Si_3O_{10}\}\ n\,H_2O$
Clorit			Clorit	$(FeMg)_{6-2x}\ (AlFe)_{2x}\ [OH]_8\ \{Al_{2x}\{Si_{4-2x}O_{10}$
Bavalit			Clorit	$(FeMg)_4Al_2[OH]_8\ \{Al_{1,6}Si_{2,4}O_{10}\}$
Pirofilit		Silicați cu structură lamelară	Pirofilit	$Al_2[OH]_2\ Si_4O_{10}\}$
Caolinit			Caolinit	$Al_2[OH]_4\ \{Si_2O_5\}$
Halloysit			Caolinit	$Al_4[OH]_8\ \{Si_4O_{10}\}4H_2O$
Serpentin			Serpentin	$Mg_6[OH]_6\ \{Si_4O_{10}\}\ H_2O$
Montmorillonit		Silicații metalelor trivalente cu conținut variabil de H_2O	Montmorillonit	$Al_2[OH]_2\ \{Si_4O_{10}\}\ m\,H_2O$
Beidellit			Montmorillonit	$(AlFe)_2\ [OH]_2\ \{(SiAl)_4O_{10}\}\ m\,H_2O$
Beidellit magnezian			Montmorillonit	$Mg_3[OH]_2\ \{Si_4O_{10}\}\ m\,H_2O$
Nontronit			Nontronit	$(AlFe)_2\ [OH]_2\ \{Si_4O_{10}\}\ m\,H_2O$
Morencit			Nontronit	$(Fe^{+++}Al_{8+\frac{n}{3}})[OH]_8\ \{Si_{16-n}\ (FeAl)_{n^2}O_{40}\}\ m\,H_2O$
Ablikit			Nontronit	$(Fe^{+++}Al)\ [OH]_8\ \{Si_4O_{10}\}\ H_2O$?

în procesul de alterare și trec pe cale mecanică în aluviuni, iar de aici sub formă de granule rulate în rocile sedimentare. Aceste minerale sînt legate genetic de granite, sienite, pegmatite granitice și sienitice, de paragnaisuri și șisturi cristaline. Participarea procentuală a primelor trei minerale în rocile analizate este neînsemnată. Participarea cuarțului însă este însemnată, mai ales pentru etajele miocenului analizat.

Minerale cu un oarecare grad de stabilitate, prezente în etajele geologice analizate, sînt: ilmenitul, granații, muscovitul. În procese intense de alterare, ilmenitul se descompune cu formarea unui amestec mecanic de rutil și hematit; granații feriferi se descompun dînd limonite; muscovitul trece în hidromice, iar în cazul cînd alcaliile trec în soluție se transformă pînă la argiloide. În probele analizate ilmenitul are o participare neînsemnată, iar granații și muscovitul sînt mai bine reprezentați. Genetic, ilmenitul, granații și muscovitul sînt legați de granite, gnaisuri, sienite, șisturi cristaline.

Grupa mineralelor nestabile este mult mai numeroasă, iar din punctul de vedere al participării procentuale este grupa care predomină net (tabela 1). În continuare se va face o scurtă prezentare genetică a mineralelor nestabile.

Opalul şi hidroxizii de fier provin din descompunerea silicaţilor în decursul procesului de alterare a rocilor de cea mai variată compoziţie. Calcedonia provine din deshidratarea şi recristalizarea gelurilor de silice.

Magnezitul este rezultatul proceselor de oxidare şi hidroliză a silicaţilor magnezieni. Asociat cu el, brucitul provine din hidroliza compuşilor solubili ai magneziului în mediu net alcalin.

Sarea gemă şi sulfaţii, în tabela 1 incluşi în grupa „săruri", sînt legaţi de apele de zăcămînt bogate în aceste săruri.

Aragonitul se formează pe seama apelor de zăcămînt bogate în calciu, în prezenţa sulfatului de magneziu în soluţie şi a unei temperaturi depăşind 29°C. Carbonatul care poate fi precipitat în astfel de condiţii va fi aragonit, iar nu calcit. Pe această cale, cea mai mare parte a aragonitului este formată în asociaţie cu marnele şi depozitele saline. O altă cale este cea din cochiliile unor fosile [8].

În clasa silicaţilor, grupa mineralelor nestabile ocupă, prin participarea lor procentuală (tabela 1), primul loc. Un rol aparte este deţinut de feldspaţi. Dintre toţi silicaţii, feldspaţii sînt cei mai răspîndiţi în scoarţa terestră, constituind circa 50% din greutatea ei. Aproape 60% din feldspaţi sînt cuprinşi în rocile eruptive, circa 30% revin rocilor metamorfice, îndeosebi în şisturi cristaline. Restul de 10—11% revin mai ales gresiilor şi conglomeratelor, în care feldspaţii se întîlnesc sub formă de granule rulate sau intră în compoziţia aluviunilor [2]. Dintre feldspaţi, în carotele analizate (tabela 2) s-au identificat doar cei menţionaţi, iar participarea lor (tabela 1) este cu totul neglijabilă. Feldspaţii potasici, din care în carote s-au identificat microclinul şi ortoclazul, sînt mai stabili decît cei calcosodici în procesul de transformare. Dintre feldspaţii calcosodici, mai stabil este albitul. Participarea redusă a feldspaţilor în carotele analizate indică adîncul proces de transformare pe care l-au suferit feldspaţii în procesul de eroziune şi în bazinele de sedimentare unde au fost depuşi. În carotele analizate găsim mineralele de transformare într-un procent foarte ridicat (tabela 1) şi numai puţine granule de feldspaţi, care fie că au mai rămas din procesul de transformare, fie că s-au format ca minerale secundare în timpul procesului de diageneză. Datorită faptului că dintre plagioclazi s-a identificat albit şi oligoclaz, se poate trage concluzia că rocile eruptive-mamă au avut un caracter mai acid (granite, diorite, porfire cuarţifere etc.). Acelaşi caracter mai acid al rocilor-mamă îl indică şi ortoclazul şi microclinul. Prin alterare [2], sub acţiunea agenţilor fizico-chimici, feldspaţii sus-menţionaţi se transformă pînă la minerale argiloide, iar ca primă treaptă a transformării apare zeolitizarea [3].

Spre deosebire de aluminosilicaţii anhidri sus-menţionaţi, a căror participare este neînsemnată, aluminosilicaţii de calciu şi sodiu hidrataţi — chabasitul şi faujasitul — au o participare însemnată în carotele analizate (tabela 1).

Din subclasa meta- şi ortosilicaţilor prezenţi în etajele analizate, singurul mineral nestabil este hornblenda. Genetic ea este legată de gnaisuri, amfibolite, şisturi amfibolice. Prin alterare se descompune în dependenţă de chimismul transformărilor, dînd nontronit, halloysit, opal, carbonaţi.

Dintre aluminosilicaţii cu structură lamelară cel mai nestabil mineral este glauconitul. Răspîndit în rocile sedimentare exclusiv de origină marină, glauconitul se formează la adîncimile relativ mici din zonele litorale. În procesele de alterare se descompune uşor formînd hidroxizi de fier şi silice. Biotitul, asociat cu muscovitul, genetic este legat de şisturile cristaline. Prin alterare intensă biotitul se descompune pierzînd alcalii, iar fierul bivalent trece în fier trivalent. Printre produşii lui de descompunere menţionăm glauconit, hidroxizi de fier şi argiloide. Flogopitul, avînd aceeaşi arie de răspîndire ca biotitul, se diferenţiază de acesta din urmă prin conţinutul mai bogat în magneziu. Cloritul şi, mai ales, varietatea bogată în magneziu — bavalitul — care în etajele miocenului are o pondere însemnată reţin atenţia. Legate de rocile metamorfice, aceste două minerale provin din rocile care conţin aluminosilicaţi feromagnezieni.

Dintre silicaţii cu structură lamelară, grupa cristalochimică a caolinitului şi cea a pirofilitului provin din alterarea în condiţiile unui mediu acid-neutru a rocilor eruptive şi metamorfice bogate în feldspaţi, mice, zeoliţi, cum sînt granitele, gnaisurile, şisturile cristaline. În ceea ce priveşte serpentinul, el trebuie pus pe seama alterării rocilor serpentinizate.

În subclasa silicaţilor metalelor trivalente cu conţinut variabil de apă, grupa cristalochimică a montmorillonitului se formează aproape exclusiv în condiţii exogene prin alterarea rocilor eruptive şi metamorfice în condiţiile unui mediu alcalin-neutru. Genetic, această grupă este legată deci de granite, diorite, gnaisuri, şisturi cristaline. Grupa nontronitului, şi el un produs exogen, provine din alterarea rocilor eruptive sau metamorfice bogate în magneziu şi fier.

Prezenţa în carotele analizate a unor minerale, ca olivina, granaţii, cloritele, brucitul, ortoza, microclinul, muscovitul şi biotitul, minerale specifice rocilor metamorfice, arată legătura genetică a carotelor analizate de rocile metamorfice — şisturile cristaline şi gnaisurile — din Carpaţii Meridionali şi şisturile verzi din fundamentul Flişului Marginal. În compoziţia mineralogică a şisturilor verzi intră clorit, cuarţ (10—75%), albit, oligoclaz, sericit, sfen, rutil,

apatit, zircon, epidot, magnetit, turmalină, pirită și un slab conținut de calcit [9]. Participarea altor minerale, ca rutilul, zirconul, turmalina, cuarțul în cantitate însemnată, feldspații potasici și plagioclazii, minerale-mamă ale argiloidelor aflate în cantitate însemnată în carotele analizate, atestă legătura genetică a carotelor analizate de granitele din Carpații Meridionali. Compoziția mineralogică pentru granite indicată de literatură [11] menționează : cuarț 28—31%, feldspați potasici 23—36%, plagioclazi 15—38%, mice 7—9%, piroxeni și amfiboli 2—5%, accesorii (rutil, zircon, ilmenit) 0—2%. Compoziția mineralogică a etajelor geologice studiate (tabela 1) se încadrează în datele menționate de literatură [1, 9, 11] pentru rocile eruptive și metamorfice sus-menționate, care pot fi considerate roci-mame pentru rocile sedimentare ale zăcămintelor analizate.

Pe baza acestei succinte prezentări, se caută să se determine rocile-mamă ale rocilor sedimentare din miocenul și pliocenul zăcămintelor luate în acest studiu.

Pe baza datelor din literatura de specialitate [1, 9, 10, 12, 14] s-au alcătuit harta și profilele din figura 1, care ne permit să urmărim dependența rocilor sedimentare din zăcămintele luate în studiu de rocile-mamă care au generat aceste roci sedimentare.

Pentru zăcămintele de hidrocarburi fluide localizate în miocenul din zona Bîlteni-Țicleni, așezate în bazinul de sedimentare din sudul munților Vulcan-Parîng, roci-mame ale rocilor sedimentare analizate pot fi considerate șisturile cristaline și granitele care formează aceste două masive muntoase și Cristalinul Carpatic din zona de afundare de la poalele lor. Granitele cu amfiboli din munții Vulcanului și Parîngului, granitele porfiroide din zona Tismana, Cristalinul de epizonă și Sedimentarul infragetic care bordează aceste două masive muntoase, prin compoziția lor mineralogică [9, 11], atestă compoziția mineralogică (tabelele 1, 2) a rocilor sedimentare care s-au format ulterior în bazinul de sedimentare de la poalele lor.

Zăcămintele din zona Moșoaia-Bogați sînt în bazinul de sedimentare din sudul masivului Făgăraș. Pe marginea sudică a Carpaților Meridionali, începînd de la vest de Olt, trecînd apoi la est de Olt prin culmile Cozia, Frunțile și Ghițu, ajungînd pînă la rîul Doamnei, se dezvoltă zona gnaisului de Cozia, iar la nord de gnaisul de Cozia, separat prin bazinul posttectonic Brezoi-Titești, se află zona gnaisului de Cumpăna. Cristalinul aflat actualmente la zi, cît și Cristalinul din zona afundată de la sud de primul pot fi socotite roci-mame ale rocilor sedimentare formate ulterior în bazinul de sedimentare.

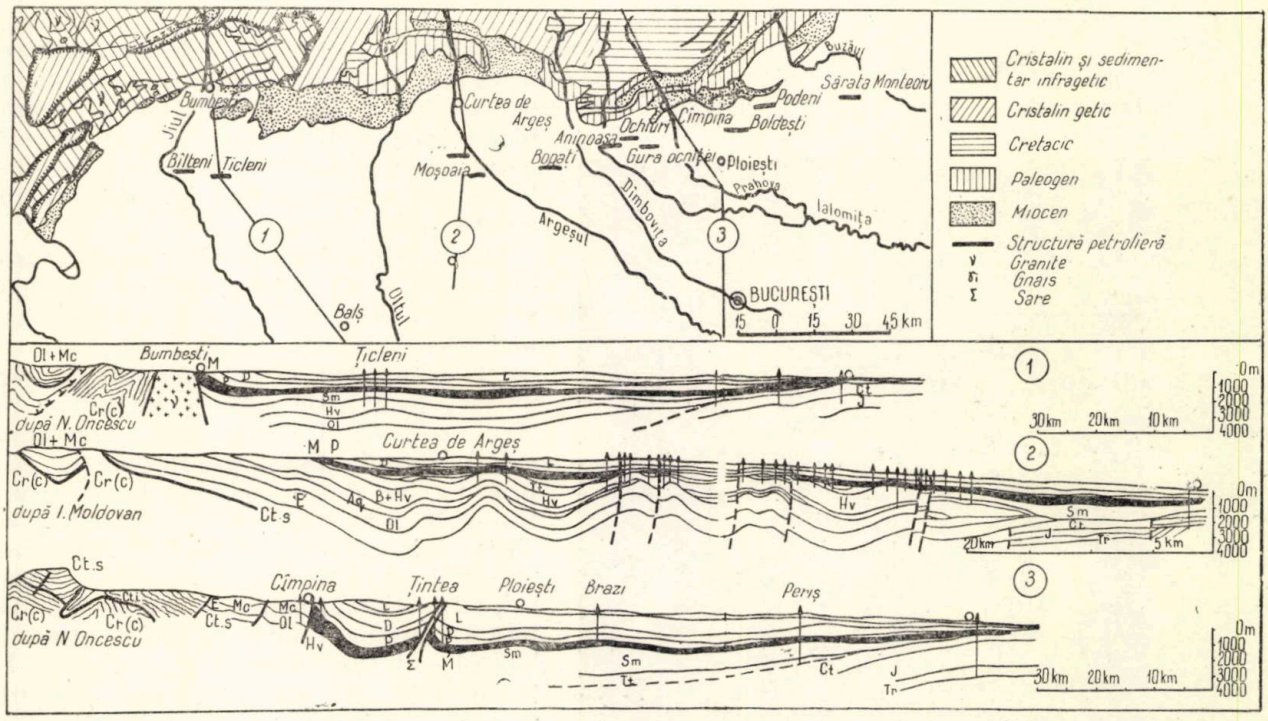


Fig. 1 :

L — levantin; D — dacian; P — ponțian; M — meoțian; Sm — sarmațian; Tt — tortonian; Hv — helvețian; Mc — miocen; B — burdigalian; Aq — acvitanian; Ol — oligocen; E — eocen; Ct — cretacic; J — jurasic; Tr — triasic; Cr (c) — cristalin carpatic.

Zăcămintele analizate din zona cutelor diapire — Aninoasa, Ochiuri, Gura Ocniței, Boldești, Podeni și Sărata Monteoru — sînt localizate în partea sudică a zonei flișului, de care genetic se leagă în ceea ce privește compoziția mineralogică a rocilor sedimentare care alcătuiesc aceste

zăcăminte. În partea sa vestică, zona internă a flișului ajungînd în Valea Dîmboviței, depășește zona externă a flișului, care rămîne mai la est să bordeze bazinul de sedimentare în care s-au depus depozitele miocene și pliocene din zona cutelor diapire. Fundamentul carpatico-cristalin din zona internă a flișului [1, 9, 10] poate fi considerat rocă-mamă care a generat rocile sedimentare ale flișului intern și ale celorlalte etaje geologice mai noi ca vîrstă din bazinele rîurilor Ialomița, Prahova și Teleajen. Pentru zăcămîntul meoțian de la Sărata Monteoru, aflat în zona bazinului rîului Buzău, roca-mamă se poate atribui rocilor vechi din zona marginală a flișului, care la rîndul lor se pot asocia de fundamentul hercinic dobrogean care stă la baza acestei zone marginale a flișului Carpaților Orientali [1, 9, 10]. De altfel [1, 10], în zona Sărata Monteoru în fundament se găsește o parte a cordilierei dobrogene ce continuă spre nord în zona subcarpatică care bordează Flișul marginal din Moldova. Datorită faptului că aceste catene ale sistemului hercinic-kimmeric s-au prăbușit, atît în această zonă a cîmpiei de astăzi, cît și în zona carpatică, încă din timpul cretacicului inferior [1, 9], o dată cu formarea depozitelor bazale ale flișului, se pot considera ca rocă-mamă a rocilor sedimentare ulterior formate șisturile verzi din fundamentul acestei zone.

Din cele prezentate se observă că rocile-mame pentru rocile sedimentare din zonele

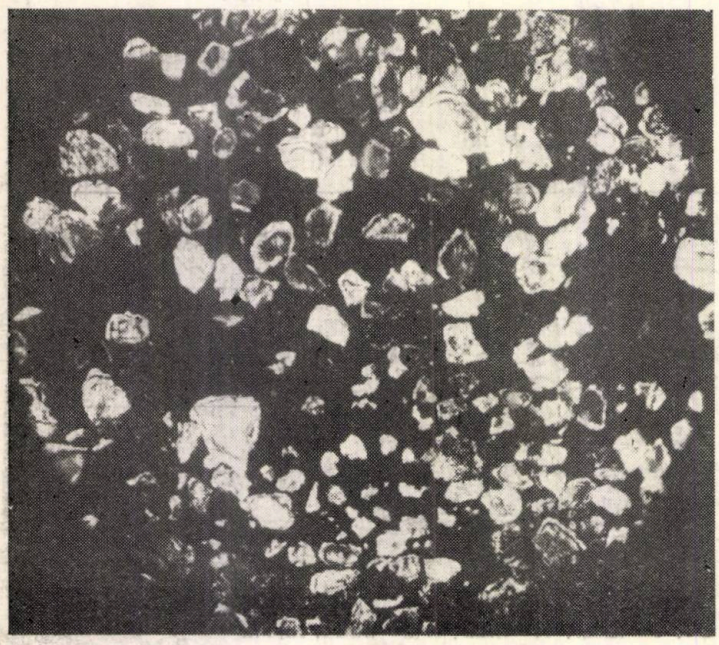


Fig 2.

analizate sînt atribuite în principal granitelor, gnaisurilor, șisturilor cristaline și șisturilor verzi. Supuse porcesului complex de eroziune-transport-depozitare-diageneză, aceste roci-mame au generat rocile sedimentare de vîrstă mai nouă decît ele, printre care și rocile sedimentare care localizează în ele zăcămintele de hidrocarburi fluide analizate.

Mineralele stabile (rutil, zircon, turmalină, cuarț) din componența rocilor-mame menționate au trecut prima dată în aluviuni și de acolo au fost reluate în procesele ulterioare, astfel că pe măsură ce le găsim în etajele geologice mai tinere ele prezintă muchiile cristalelor din ce în ce mai rotunjite (fig. 2).

Mineralele cu un oarecare grad de stabilitate, în dependență de intensitatea procesului de alterare, le găsim fie ca minerale primare, fie în minerale derivate. Ilmenitul supus proceselor intense de alterare s-a descompus în rutil și hematit. În carotele analizate ale miocenului inferior, ilmenitul se întîlnește mai frecvent decît în carotele pliocenului. Granații, de asemenea, sînt prezenți în cantitate însemnată în helvețianul de la Țicleni (tabela 1), pentru ca în etajele pliocenului, pînă unde procesele de alterare și-au pus adînc amprenta, granații să fie observați în cristale cu totul răzlețe, pe cînd produsele lor de transformare — argiloidele și limonitul — se găsesc într-un procent ridicat. Dintre mice, un oarecare grad de stabilitate prezintă muscovitul, însă și el supus proceselor intense de alterare trece în hidromice și la un grad înaintat de alterare se transformă pînă la argiloide. Acest proces de transformare se observă bine în carotele studiate, de exemplu, în carotele helvețianului, se observă foarte bine cu ochiul liber în ce cantitate însemnată se află muscovitul, pe cînd în carotele levantinului participarea lui este foarte redusă.

Dintre mineralele nestabile un rol aparte l-au avut meta- și ortosilicații, dar mai ales feldspații. Meta- și ortosilicații sînt mai alterabili decît feldspații, de aceea cei complet nestabili, de exemplu olivina, nici nu sînt întîlniți în carotele analizate, pe cînd produsul ei de alterare — serpentinul — este în cantitate însemnată (tabela 1), iar dintre ceilalți meta- și ortosilicați nestabili doar hornblenda se observă în carotele miocenului, pe cînd produsele de alterare : hidromicele, cloritul, serpentinul, precum și produsele de alterare extremă — nontronitul, montmorillonitul — sînt în cantitate mare, îndeosebi în carotele pliocenului. Feldspații supuși unui proces intens și îndelungat de alterare se transformă pînă la argiloide. Acest proces adînc de alterare decurgînd într-un mediu acid duce la minerale din familia caolinitului, iar într-un mediu bazic la minerale din familia montmorillonitului. Un loc aparte în procesul de transformare a feldspaților îl ocupă zeoliții. Lucrările lui A. F. Frederickson și J. E. Cox scot în evidență posibilitatea formării zeoliților prin hidratarea feld-

spaţilor în condiţii de temperatură şi presiune ridicate. Ceea ce hidratarea, în condiţii de temperatură şi presiune, a făcut în condiţii de laborator [3], în condiţii fizice nu de aşa mărime, însă în decursul timpului geologic s-a produs în zăcămînt. Prezenţi în cantitate importantă în helveţianul de la Ţicleni, zeoliţii îşi reduc participarea în etajele mai noi, urmare a procesului de transformare ulterioară a lor în bazinele de sedimentare ale etajelor geologice mai tinere.

Roca-mamă pentru rocile sedimentare miocene şi pliocene analizate a fost atribuită granitelor, gnaisurilor, şisturilor cristaline, şisturilor verzi şi rocilor sedimentare din mezozoicul superior şi din paleogen, derivate din primele, adică într-o expresie mineralogică silicaţilor, care predomină net în componenţa acestor roci. Tocmai aceşti silicaţi sînt cei ce domină procesul de transformare-alterare a mineralelor.

Procesul complex de transformare a silicaţilor îl putem schematiza astfel: procesul de spălare ce are loc „la zi" îndepărtează în mod progresiv componenţii solubili, elementele alcaline şi alcalino-teroase, iar eroziunea şi transportul materialului sfărîmă particulele la dimensiuni fine şi foarte fine, favorizînd şi mai mult procesul de alterare fizică şi chimică a mineralelor. Din particulele din care prin procesul de spălare s-au îndepărtat ionii solubili amintiţi rămîne un schelet cu structură similară aluminosilicaţilor, denumit de R. E. Grim [5] „material degradat", schelet ce nu este echilibrat electric, are un exces de sarcină negativă. Acest material degradat, depus în bazinul de sedimentare de o compoziţie chimică dată, va suferi transformările chimice necesare care să-i creeze o stare de echilibru electric. Structura cristalo-chimică neechilibrată electric intrată în bazinul de sedimentare va adsorbi ionii necesari pentru formarea noilor minerale. Condiţiile fizico-chimice din bazinul de sedimentare controlează întregul mecanism de adsorbire a ionilor şi de formare a noilor minerale. Cei mai importanţi ioni care iau parte la formarea noilor minerale sînt: sodiul, potasiul, calciul, magneziul, fierul. Ionii sus-menţionaţi sînt în apele de zăcămînt în soluţie reală. Elementele avînd un potenţial ionic mai mic de 3: $Mg^{++} = 2{,}6$, $Fe^{++} = 2{,}4$, $Ca^{++} = 1{,}9$, $Na^{+} = 1{,}0$, $K^{+} = 0{,}75$, rămîn în general în soluţie în apele de zăcămînt. Factorul care controlează fixarea acestor ioni la scheletul dezechilibrat electric este potenţialul ionic [6]:

$$\pi = \frac{\sigma}{\rho}$$

unde σ este sarcina electrică, iar ρ — raza ionică a elementului.

Hidratarea unui ion depinde de potenţialul lui ionic, deoarece cu cît este mai mare sarcina pe suprafaţa ionului cu atît este mai mare atracţia lui pentru grupul hidroxil. Potenţialul ionic fiind mai mare pentru magneziu, el este mai puternic hidratat, potasiul din contră este mai puţin hidratabil. Alterarea silicaţilor începe cu hidratarea, prin urmare Mg este mai repede îndepărtat din rocă decît K. Ordinea de hidratare este: Mg^{++}, Fe^{++}, Ca^{++}, Na^{+}, K^{+}.

Cum rocile-mame pentru zăcămintele analizate — granitele, şisturile cristaline, gnaisurile, şisturile verzi — au în compoziţia lor minerale bogate în Mg, Ca, Na, mai puţin în Fe, K, apele care au spălat aceste roci au îndepărtat prin hidratare elementele în ordinea arătată mai sus şi le-au cărat în bazinul de sedimentare, de unde şi compoziţia chimică a apelor de zăcămînt, derivate din apele bazinelor de sedimentare, ilustrează conţinutul ridicat în Na, Ca, Mg şi scăzut în Fe şi K (tabela 3).

Tabela 3

Seria geologică	Structura petrolieră	Etajul geologic	Conţinutul total de săruri, mg/l	% echivalenţi						$Al_2O_3 + Fe_2O_3$, mg/l	Tipul apei Na/Cl	Grupa Ca/Mg
				$Na(K)^+$	Ca^{++}	Mg^{++}	Cl^-	SO_4^{--}	HCO_3^-			
Pliocen	Copăceni	Meoţian	187 287,30	45,89	3,22	0,89	49,52	0,04	0,04	245,6	0,91	5,61
	Boldeşti	Meoţian	133 059,50	43,19	4,76	2,05	49,76	0,01	0,23	152,0	0,86	2,32
	Gura Ocniţei	Dacian	55 235,00	32,76	7,39	8,96	48,04	—	1,96	31,0	0,68	0,82
	Gura Ocniţei	Meoţian	145 901,50	41,99	6,66	2,64	48,64	0,05	0,02	—	0,86	2,52
	Moşoaia	Meoţian	66 994,18	44,91	3,03	2,06	49,22	0,00	0,78	—	0,91	1,47
Miocen	Boldeşti	Sarmaţian	15 2355,19	42,70	5,73	1,69	49,55	0,22	0,11	384,0	0,86	3,41
	Ţicleni	Sarmaţian	128 119,00	42,76	4,54	2,70	49,86	0,01	0,13	748,0	0,85	1,68
	Ţicleni	Helveţian	137 411,81	33,77	13,59	2,64	49,92	0,04	0,04	776,0	0,67	5,14

Analizele au fost efectuate de Institutul de cercetări pentru foraj şi extracţie, Cîmpina.

Interesant de remarcat este faptul că în etajele miocenului, îndeosebi în helveţian, se găsesc minerale bogate în Mg în cantitate mai mare decît în etajele pliocenului. De reţinut că flogopitul, mineral bogat în Mg şi K, nu se mai întîlneşte în pliocen, iar bavalitul — clorit bogat în Mg — se găseşte doar în miocen. Varietăţile de nontronit bogate în fier — morencit şi ablîkit — sînt bine reprezentate în miocen, ablîkitul fiind prezent doar în miocen. Explicaţia încercăm să o punem pe seama următoarelor fapte: rocile sedimentare ale miocenului au suferit un proces de alterare mai puţin intens decît cele ale pliocenului. În miocen, marea care ocupa regiunea zăcămintelor analizate (fig. 1, [9]), era o mare închisă, cu o salinitate ridicată datorită condiţiilor climatice. Apele conţineau Na, Ca, Mg şi mai puţin Fe şi K, pe seama cărării lor din rocile-mame. Sedimentele, „materialele degradate", care proveneau din aceleaşi roci-mame care au îmbogăţit apa bazinului de sedimentare în Na, Ca, Mg, Fe şi K şi care nu suferiseră un proces adînc de alterare, depuse în bazinul de sedimentare, şi-au luat elementele chimice (Mg îndeosebi, şi apoi Fe şi K) necesare echilibrării structurii cristalo-chimice din apele bazinului de sedimentare; ca atare, şi prezenţa mineralelor bogate în Mg, Fe şi K în miocenul inferior, ca rezultat al compoziţiei chimice a rocilor-mame care conţineau aceste elemente şi al conţinutului chimic al apelor din bazinul de sedimentare (tabelele 1, 2, 3).

Cu totul alta a fost situaţia pentru marea pliocenului, care avea o răspîndire teritorială mai mare (fig. 1, [9]) şi o compoziţie chimică diferită, mai săracă în săruri, judecînd după mineralele formate în pliocen (tabela 1). Reducerea conţinutului în săruri se poate atribui atît răspîndirii teritoriale mai mari şi comunicării mai largi cu bazinele vecine, cît şi unui aport mai substanţial de apă dulce de pe uscat. Acţiunea chimică mai activă a apelor datorită condiţiilor climatice se poate observa şi în faptul că rocile care bordau bazinul de sedimentare, roci care includ atît cele miocene, cît şi cele mai vechi decît ele, au fost spălate într-un grad mai intens, şi astfel au fost îndepărtate din ele elementele alcaline şi alcalino-teroase; o dovadă a acestui fapt sînt mineralele pliocenului, mult mai sărace în Mg, Fe, K. Procesul de eroziune şi de spălare intensă a rocilor miocene şi a celor mai vechi decît ele a produs schelete de aluminosilicaţi adînc dezechilibrate. Structurile cristalo-chimice, care ulterior au fost depuse în bazinul de sedimentare sărac în Mg, Fe, K, nu au avut posibilitate să-şi realipească ionii pierduţi. Aşa se poate explica situaţia că beidellitul pliocenic este de altă compoziţie chimică, nu are Mg, pe cînd cel miocenic, este bogat în Mg, montmorillonitul clasic [7] lipseşte complet în miocen, în schimb este activ prezent în pliocen. Prezenţa caolinitului în cantitate însemnată în pliocen ilustrează un bazin de sedimentare nemarin, ape neutre slab acide, cu aport de ape dulci aduse de pe uscat. Prezenţa halloysitului în cantitate însemnată confirmă mediul neutru, căci el se formează [3, 16] într-un mediu neutru. Montmorillonitul, beidellitul şi morencitul indică un mediu neutru slab alcalin, cu un oarecare conţinut în fier. Lipsa potasiului apare evidentă (absenţa hidromicelor), iar magneziul a fost în cantitate redusă. Lipsa illitului subliniază că în acest bazin potasiul era în cantitate neînsemnată sau aproape lipsea. Menţinerea zeoliţilor într-un procent asemănător miocenului indică în apele pliocenului prezenţa Ca, Na în cantitate însemnată, lucru ce a făcut pe de o parte, ca atît structurile cristalo-chimice, dezechilibrate electric cît şi cele mai puţin dezechilibrate electric, care sînt capabile să dea zeoliţi, să poată, într-un mediu bogat în Ca şi Na, să adsoarbă la reţea aceste elemente şi să formeze zeoliţi, iar, pe de altă parte, zeoliţii aduşi în bazinul pliocenic să nu fi suferit transformări. Cantitatea însemnată de zeoliţi pentru zăcămîntul meoţian de la Sărata Monteoru încercăm să o punem în legătură cu formarea acestora din aluminosilicaţii cu structură lamelară, din care acţiunea chimică a apei a îndepărtat Mg, Fe şi K, iar scheletul acesta cristalo-chimic depus într-un bazin bogat în Na şi Ca şi-a luat Na şi Ca din apa de zăcămînt, echilibrînd scheletul aluminosilicatului pe seama adsorbirii Na şi Ca. De altfel se observă că atît silicaţii cu structură lamelară, cît şi silicaţii metalelor trivalente cu conţinut variabil de apă sînt într-un procent mai scăzut în acest zăcămînt decît sedimentele pliocene din zonele de la vest. Prezenţa Ca într-un procent mai ridicat în carotele meoţianului de la Sărata Monteoru, atît sub forma de aragonit, cît şi sub forma carbonaţilor grei, este rezultatul în principal al prezenţei cochiliilor fosilelor aflate în acest sector în cantitate însemnată.

Un fapt care se cere explicat îl constituie prezenţa într-un procent ridicat (tabela 1) a argiloidelor în etajele pliocenului şi conţinutul în săruri al apelor de zăcămînt ale pliocenului (tabela 3), care nu se diferenţiază prea mult de apele de zăcămînt ale miocenului.

Participarea procentuală ridicată a argiloidelor în pliocen este rezultatul procesului adînc de alterare atît a rocilor miocene, care în principal au servit drept rocă-sursă de alimentare cu material detritic pentru rocile sedimentare pliocene, cît şi a rocilor sedimentare mai vechi, paleogene, cretacice, a rocilor eruptive şi metamorfice din Cristalinul Carpatic, care au suferit pînă în pliocen un proces mai adînc de alterare fizico-chimică în comparaţie cu miocenul. Aluminosilicaţii din miocen şi din etajele geologice mai vechi supuşi activului

proces fizico-chimic de alterare din timpul pliocenului au dus, de exemplu, la formarea serpentinului pe seama cloritului în general, a celorlalți silicați cu structură lamelară și a silicaților metalelor trivalente cu conținut variabil de apă pe seama micelor, feldspaților (tabelele 1, 2).

Compoziția chimică a apelor de zăcămînt din structurile petroliere ale pliocenului analizat o atribuim următorului fapt: structurile cristalo-chimice depuse în apele bazinului de sedimentare cu un conținut redus de săruri au cedat elementele chimice ușor hidratabile din rețeaua lor cristalină, care au trecut în soluție ridicînd participarea procentuală a elementelor chimice din apa de zăcămînt. Deosebirile dintre compoziția chimică a mineralelor depuse în bazinul de sedimentare și cea a apelor din bazin au făcut ca procesul de diageneză, care s-a dezvoltat în zăcămînt, să fie foarte activ. Drept rezultat al acestui proces de diageneză au apărut mineralele argiloide menționate în tabelele 1 și 2 și s-a realizat o compoziție chimică a apelor de zăcămînt de genul celei redate în tabela 3.

După această prezentare putem rezuma condițiile locale în care s-au format sedimentele zăcămintelor analizate.

Pentru miocenul din zona Bîlteni-Țicleni, roca-mamă care a generat rocile sedimentare ale zăcămintelor de țiței este atribuită în principal rocilor cristaline și metamorfice din masivele muntoase Vulcan și Parîng și rocilor din Sedimentarul Infragetic, care bordează bazinul de sedimentare de la poalele masivului muntos sus-menționat. Bazinul de sedimentare, (fig. 1) închis la nord și nord-vest de Cristalinul Carpatic, la sud și vest-sud de Platforma Moesică și la est de ridicarea oligocenică din regiunea Pitești, forma un bazin nu prea adînc și nu prea mare ca întindere. Apele acestui bazin se caracterizau printr-un conținut ridicat de săruri, datorită condițiilor climatice — temperatură ridicată, aport redus de apă de pe continent. Deși aceste aprecieri sînt făcute pe baza datelor actuale, cînd timpul geologic și-a întipărit adînc amprenta, stabilind între minerale și apele de zăcămînt un echilibru fizico-chimic, totuși din analizele mineralelor (tabelele 1, 2), ale apelor de zăcămînt (tabela 3) și din cele relatate în paginile anterioare se poate desprinde că transformările mineralelor din miocen în acest bazin nu au fost atît de adînci. În helvețian, mineralele grele — cuarțul, micele și granații — au o participare însemnată, circa o treime apropiată de cea din rocile cristaline și metamorfice stabilite ca roci-mame, bavalitul și zeoliții alcătuiesc cealaltă treime și numai o treime este reprezentată de mineralele care au suferit o transformare mai accentuată, grupa beidellit magnezian, morencit ș.a. Sarmațianul păstrează în general aceleași caractere de transformare pe care le-a avut helvețianul, cu mențiunea că mineralele mai puternic transformate sînt într-un procent mai ridicat (tabela 1). Ceea ce reține atenția pentru această zonă este conținutul ridicat de minerale bogate în Mg, Fe, Ca și Na, de exemplu bavalitul, flogopitul, granații, zeoliții, beidellitul magnezian, morencitul. Faptul că transformările mineralelor nu au fost prea adînci își găsește explicația și în aceea că, în procesul de diageneză neexistînd diferențieri chimice prea mari între mineralele depuse în bazinul de sedimentare și apele acestui bazin, nu au avut loc transformări prea adînci asupra mineralelor care alcătuiesc mediul solid al zăcămintelor de țiței din această zonă. Între mediul solid și cel lichid al bazinului de sedimentare s-a stabilit echilibrul fizico-chimic care a dus la compoziția mineralogică și la cea chimică a apelor de zăcămînt, ilustrate în tabelele sus-menționate.

Un alt fapt care reține atenția este acela că între orizonturile miocene productive — nisipurile — și cele sterile — marnele — (tabela 1) nu sînt deosebiri în ceea ce privește compoziția mineralogică. Aceleași minerale le găsim în orizonturile helvețiene care localizează țițeiul la Țicleni și în orizonturile sterile din helvețian. Între sarmațianul productiv la Bîlteni și cel steril la Țicleni nu sînt deosebiri esențiale în compoziția mineralogică. Ceea ce diferențiază „productivul" de „steril" este în principal mărimea particulelor minerale, iar subordonat, participarea procentuală mai ridicată a mineralelor cu grad mai înaintat de transformare. Granulometria este deci cea care diferențiază productivul de steril. Acest lucru este explicabil, deoarece atît roca-mamă care a generat rocile sedimentare analizate, cît și condițiile fizico-chimice ale bazinului de sedimentare nu au suferit variații esențiale în perioadele depunerii orizonturilor nisipoase și a celor marnoase. Alternarea orizonturilor nisipoase cu cele marnoase este rezultatul oscilației pe verticală a fundului bazinului de sedimentare sau al creșterii sau scăderii nivelului apei din bazin ca rezultat al condițiilor climatice, situații ce făceau ca punctul respectiv să se găsească mai aproape sau mai departe de marginea bazinului de sedimentare, de unde și depunerile grăunților minerali erau mai grosiere sau mai fine. În situația cînd punctul respectiv se găsea la o distanță însemnată de marginea bazinului de sedimentare, în această zonă nu puteau fi transportate decît particulele fine, care prin acumulare au format marnele orizonturilor sterile.

Carotele din orizonturile productive ale sarmațianului de la Boldești nu prezintă deosebiri esențiale față de cele din sarmațianul de la Bîlteni—Țicleni. Prezența aragonitului în carotele sarmațianului Boldești și lipsa lui în

regiunea Bîlteni—Ţicleni se datoreşte lipsei macrofosilelor în această ultimă regiune. Depuse într-un bazin de sedimentare a cărui apă conţinea cantităţi însemnate de săruri, în care magneziul avea o participare însemnată (tabela 3), sedimentele cărate din fliş şi din orizonturile paleogene care bordau bazinul au format în procesul de diageneză minerale bogate în Mg, Fe, Ca şi Na, ca : bavalit, beidellit magnezian-morencit-ablîkit, zeoliţi. De reţinut pentru sarmaţianul de la Boldeşti sînt orizonturile de gresii, în care elementul principal îl formează cuarţul (54—65%), iar cimentul este alcătuit din argiloide şi magnezit. Cuarţul acesta în cantitate însemnată se poate atribui transportării lui din zona Pintenului de Văleni, unde gresia de Kliva este prezentă. Prezenţa acestor orizonturi de gresii al căror bob nu este fin, alternînd cu nisipuri şi marne, ilustrează o variaţie însemnată pe verticală a fundului bazinului de sedimentare în decursul formării sedimentelor sarmaţiene, sau o variaţie însemnată a nivelului apelor în bazin, ca rezultat al condiţiilor climatice.

Din studiul carotelor din sarmaţianul de la Boldeşti se observă că între orizonturile productive şi cele sterile nu sînt deosebiri importante în compoziţia lor mineralogică. Diferenţierile care apar între orizonturile productive şi cele sterile se datoresc dimensiunilor particulelor minerale şi participării procentuale mai ridicate a mineralelor argiloide pentru orizonturile sterile.

În continuare vor fi prezentate condiţiile locale în care s-au format sedimentele meoţiene din zăcămintele analizate. Sedimentele meoţiene din zona Moşoaia-Bogaţi s-au depus într-un bazin în care apele în timpul existenţei lui au avut un *p*H variind de la slab-acid prin neutru la slab-alcalin, din care cauză a rezultat şi compoziţia mineralogică a sedimentelor conţinînd minerale din grupa cristalo-chimică a montmorillonitului şi nontronitului, legate de mediul slab-alcalin, alături de minerale din grupa cristalo-chimică a caolinitului specifice mediului acid de formare. Pentru meoţianul de la Moşoaia se observă un procent mai ridicat de minerale conţinînd Mg, Fe, Ca, de exemplu : clorit, zeoliţi, montmorillonit-morencit, lucru ce demonstrează că rocile-mame din această zonă erau mai bogate în aceste elemente şi că apele bazinului de sedimentare aveau un caracter mai alcalin, ilustrat şi de procentul mai scăzut de caolinit-halloysit, precum şi de procentul mai ridicat de mice. Pe măsură ce ne îndepărtăm către est se observă că mineralele conţinînd elemente alcaline îşi reduc participarea procentuală. Acest fapt se datoreşte variaţiei compoziţiei mineralogice a rocilor-mamă-surse care au generat rocile sedimentare meoţiene. Pentru zona Moşoaia, roca-mamă este legată de Cristalinul Carpatic, pe cînd pentru meoţianul de la est de rîul Ialomiţa roca-mamă este atribuită flişului, care, ca element derivat din rocile Cristalinului Carpatic şi din şisturile verzi, are o compoziţie mineralogică derivată, mai slabă în elemente alcaline şi alcalino-teroase uşor hidratabile, care au fost îndepărtate din roca-mamă. Reducerea elementelor alcaline şi alcalino-teroase din rocile-mamă a contribuit şi la reducerea acestor elemente în apele bazinului de sedimentare. Condiţiile climatice şi topografia bazinului au contribuit şi ele la variaţia compoziţiei chimice a apelor bazinului de sedimentare. Către partea estică a bazinului de sedimentare se observă că apele au avut un caracter mai neutru, către slab-acid. În această zonă mineralele conţinînd elemente alcaline îşi reduc procentual participarea, pe cînd mineralele specifice mediului slab-acid de formare îşi măresc participarea procentuală (tabela 1). Ca limită, către condiţiile de formare din apele alcaline se situează zona Moşoaia, iar către condiţiile slab-acide, zona Sărata Monteoru. Tranziţia de la alcalin la slab-acid s-ar face prin zăcămintele Bogaţi, Aninoasa, Ochiuri, Gura Ocniţei, Boldeşti, Podeni (tabela 1).

Din cercetarea carotelor pliocenului se poate face observaţia că şi pentru meoţian, între orizonturile productive şi sterile nu sînt deosebiri în ceea ce priveşte compoziţia mineralogică, ci numai granulometria şi participarea procentuală mai ridicată a argiloidelor, în particular a montmorillonitului, diferenţiază productivul de steril.

Un loc aparte în carotele analizate îl ocupă zăcămîntul meoţian de la Sărata Monteoru. Ceea ce reţine aici atenţia este conţinutul ridicat de carbonaţi grei şi aragonit (tabela 1), procentul ridicat de chabasit şi faujasit şi reducerea, comparativ cu alte carote meoţiene, a argiloidelor. Prezenţa în carote a unui procent însemnat de sfărîmături de cochilii, unele permit chiar identificarea lor, ca : Ostracode, Elphidium, Rotalia beccari, a dus la un procent însemnat de calciu în apele de zăcămînt, creînd astfel condiţii favorabile de formare a acestor minerale bogate în calciu. Prezenţa aragonitului în cantitate însemnată indică controlul climatului asupra formării lui, precum şi condiţiile fizico-chimice din apele bazinului de sedimentare. Prezenţa sodiului şi a carbonatului de amoniu în apa bazinului de sedimentare favorizează precipitarea aragonitului. În condiţiile în care depunerile organice sînt în cantitate însemnată, această situaţie a existat pentru zăcămîntul meoţian de la Sărata Monteoru, demonstrată de prezenţa în cantitate însemnată a fragmentelor de cochilii, compuşii amoniului tind să se formeze, în special, în condiţii calde climatice, ajutînd astfel depunerea aragonitului. Prezenţa hidrohematitului în cantitate însemnată confirmă caracterul acid al apelor, o zonă în care aerarea facilita formarea hidroxizilor de fier, de unde, din caracterul mineralelor şi al apelor

bazinului de sedimentare, se poate trage concluzia că aceste sedimente s-au depus într-o zonă litorală a unui bazin puţin adînc, ale cărui ape, din cauza condiţiilor climatice, erau calde.

Pentru dacianul de la Gura Ocniţei (tabela 1) caracteristic este creşterea procentuală a argiloidelor şi, în particular, a montmorillonitului, beidellitului şi morencitului. Apele bazinului de sedimentare şi-au păstrat acelaşi caracter de oscilaţie de la slab-alcalin la slab-acid. Pentru marna levantină de la Gura Ocniţei se observă predominarea netă a argiloidelor.

Sintetizînd condiţiile de formare a sedimentelor în pliocenul analizat se poate observa că apele din bazinul de sedimentare au avut un caracter variind de la slab-alcalin la slab-acid, că participarea procentuală a sărurilor a fost mai scăzută decît în miocenul zonelor studiate, că în apele bazinului de sedimentare al pliocenului s-a redus substanţial participarea procentuală a Mg şi Fe (de exemplu lipsa cloritului şi ablikitului). Drept rocă-mamă pentru rocile sedimentare ale pliocenului au servit rocile miocenului, precum şi rocile mai vechi care bordau bazinul de sedimentare. Datorită faptului că rocile pliocenului, pentru zăcămintele analizate, provin în bună parte din rocile miocenului şi din cele mai vechi, care suferiseră un proces de alterare, se observă că participarea procentuală a cuarţului în rocile pliocenului se reduce simţitor pe măsură ce ne ridicăm spre etajele geologice mai tinere. În etajele pliocenului analizat creşte simţitor ponderea mineralelor din grupa caolinitului şi montmorillonitului, reducîndu-se participarea aproape la zero a cloritului, care supus procesului adînc de alterare s-a transformat în serpentin, prezent în cantitate însemnată în etajele pliocenului. Procesul de alterare a rocilor în timpul pliocenului — îndepărtarea elementelor alcaline şi alcalino-teroase din reţelele cristaline, sfărîmarea mecanică a granulelor în timpul transportului şi procesul de diageneză — s-a aplicat unor roci care deja suferiseră aceste procese de alterare în decursul formării sedimentelor mai vechi. Acest fapt a uşurat mult procesul de alterare, l-a adîncit, şi drept urmare rocile sedimentare ale pliocenului au în compoziţia lor minerale de transformare într-un procent net superior rocilor miocenului. În plus, rocile pliocenului, din punctul de vedere al granulometriei, sînt mai fine decît cele din miocen. Reducerea participării cuarţului, a mineralelor stabile şi metastabile şi creşterea procentului argiloidelor influenţează simţitor proprietăţile rocii-magazin.

În concluzie se poate desprinde rolul rocii-mame-surse în diferenţierile din compoziţia mineralogică a rocilor sedimentare din zăcămintele analizate.

Procesul de alterare a rocilor-mame, recte a mineralelor componente ale acestor roci, începe cu eroziunea fizică şi chimică a rocilor, dependentă de condiţiile climatice, continuă în procesul de transportare a detritusului şi se adînceşte în procesul de diageneză. Mineralele prezente în carotele analizate pot fi deci considerate ca un produs rezultant a trei etape în formarea lor.

O primă etapă este aceea a procesului de formare a detritusului, începută cu acţiunea fizico-chimică de alterare şi de dezagregare a rocii-mame, continuînd în procesul de transport, pînă la depunerea în bazinul de sedimentare. Un rol important în această etapă îl are acţiunea chimică de spălare-îndepărtare a elementelor alcaline şi alcalino-teroase din roca-sursă a rocilor sedimentare mai tinere, urmată de procesul de zdrobire a grăunţilor în timpul transportului. Acţiunea aceasta mecanică asociată cu cea chimică contribuie la adîncirea procesului de spălare a alcaliilor şi, drept urmare, la formarea scheletelor aluminosilicioase dezechilibrate din punct de vedere electric.

A doua etapă este aceea a transformărilor în bazinul de sedimentare, transformări conduse de condiţiile fizico-chimice ale bazinului, dintre care un rol important îl au elementele chimice, concentraţia lor şi temperatura apelor. Transformările aici sînt adînci şi au loc într-un mediu lichid în continuă prefacere chimică. Scheletele dezechilibrate ale aluminosilicaţilor suferă în acest mediu transformări importante ; aici are loc formarea în principal a mineralelor de transformare. Această parte a procesului de diageneză a fost propus [3] să fie denumită hidrodiageneză, pentru că este condusă de mediul lichid al bazinului de sedimentare în care are loc transformarea mineralelor.

A treia etapă este cea a transformărilor care au loc între mediul solid — roca sedimentară — şi apa de zăcămînt, în timpul geologic cît aceste medii formează zăcămîntul. Această parte a procesului de diageneză diferă de prima prin condiţiile fizico-chimice diferite în care ea are loc: chimismul apei de zăcămînt nu mai cunoaşte oscilaţiile importante din perioada bazinului de sedimentare, în plus presiunea şi temperatura de zăcămînt influenţează substanţial procesul de diageneză, iar asupra acestor factori timpul geologic îşi impune amprenta sa. Transformările mineralelor sînt mai adînci, depăşesc transformările de suprafaţă ce au avut loc în timpul hidrodiagenezei ; ele vor afecta mai puternic reţeaua cristalină, o vor transforma, mineralele de transformare vor fi în continuă formare, pînă cînd un echilibru între cele două medii nu se va atinge. Drept rezultat al acestui proces avem în zăcămintele analizate compoziţia mineralogică şi compoziţia chimică a apelor de zăcămînt arătate în tabelele 1, 2, 3. Această parte a procesului de diageneză a fost propus [3] să fie denumită petrodiageneză, pentru a sublinia transformările petrografice ce au loc în

roca sedimentară. Hidrodiageneza și petrodiageneza se pot observa cu ușurință în procesul complex de formare a mediului solid al zăcămintelor de hidrocarburi fluide analizate.

Ciclul acesta complex cu cele trei etape enumerate se reia atunci cînd roca sedimentară este exondată și devine la rîndul ei rocă-mamă-sursă pentru viitoarele roci sedimentare pe care le generează, lucru ce se observă clar la rocile sedimentare ale celor două serii geologice analizate.

Prezența mineralelor menționate în tabela 1, cu proprietăți fizice și chimice diferite de la o grupă cristalo-chimică la alta, reclamă un studiu amănunțit atît al rocii-magazin în care sînt localizate zăcămintele de țiței, cît și al rocilor sterile traversate de gaura de sondă.

De proprietățile fizice și chimice ale mineralelor întîlnite în zăcămintele de hidrocarburi fluide trebuie să se țină seamă atît în procesul de săpare a sondelor, cît și în procesul exploatării acestor zăcăminte. De altfel, de aceste proprietăți ale mediului solid care alcătuiește aceste zăcăminte trebuie să se țină seamă în toate activitățile legate de valorificarea zăcămintelor de hidrocarburi fluide.

BIBLIOGRAFIE

[1] Băncilă, I. *Geologia Carpaților Orientali.* Ed. științifică, București, 1958.

[2] Betehtin, A. G. *Curs de mineralogie.* Ed. tehnică, București, 1953.

[3] *Clays and clay minerals*; *Proceedings of the second-ninth national conferences on clays and clay minerals*, 1953—1960. Pergamon Press, London 1962.

[4] * * * Geohimiceskii sbornik, 7. Trudî V.N.I.G.R.I., Leningrad, 1961.

[5] Grim, E. R., *Mineralogia glin.* Izdat. Innostranoi Literaturî, Moskva, 1956.

[6] Mason, B. *Principles of geochemistry*, II-nd edition. J. Wiley Publ., New York, 1960.

[7] Miheev, V. I. *Rentgenometriceskii opredeliteli mineralov.* Gostgeoltehizdat, Moskva, 1957.

[8] Milner, B. H. *Sedimentary petrography*, vol. I, II, IV-th revised edition. Allen and Unwin, London, 1962.

[9] Oncescu, N. *Geologia Republicii Populare Romîne.* Ed. tehnică, București, 1959.

[10] Oncescu, N. și Grigoraș, N. *Schiță tectonică*, hartă, scara 1 : 3 000 000 I.G.G. Acad. R.P.R., I. G. Acad. Șt. U.R.S.S., D.T.M. 1959.

[11] Pavelescu, L. *Curs de petrografie.* E.S.D.P., București, 1961.

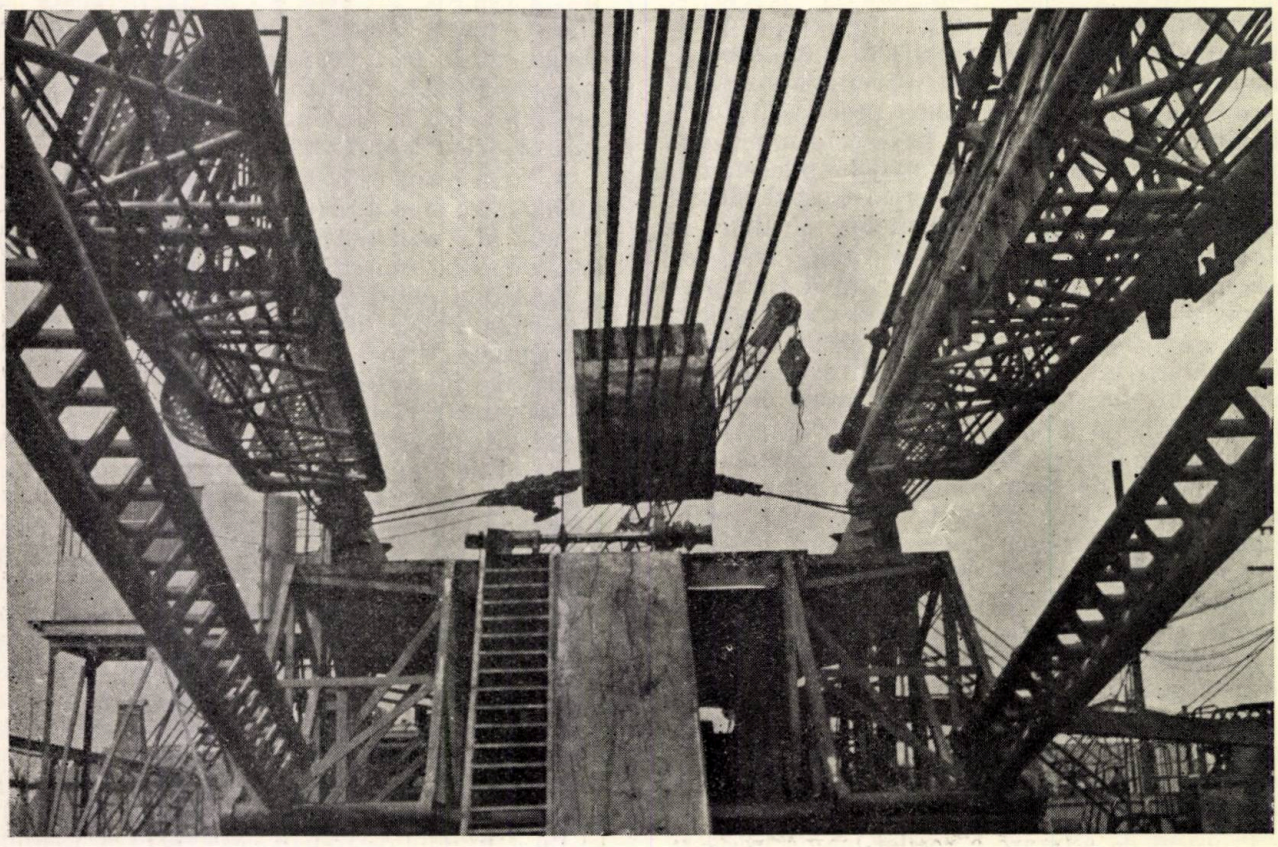
[12] Pătruț, I. Popescu, M. , Teodorescu, C. și Molnar, M. *Contribuții la cunoașterea geologiei Platformei Moesice. Stratigrafie.* În : Petrol și Gaze, **12**, nr. 11, 1961.

[13] Pîrcălăbescu, I. *Contribuție la cunoașterea compoziției mineralogice a unor zăcăminte de hidrocarburi fluide din R.P.R.* În : Petrol și Gaze, **14**, nr. 5, 1963.

[14] Răileanu, G. ș.a. *Harta geologică a R.P.R.*, scara 1 : 1 500 000. I.G.G. Acad. R.P.R., I. G. Acad. Șt. U.R.S.S., D.T.M. 1959.

[15] Ruhin, A. B. *Osnovî litologhii.* Gostoptehizdat, Moskva, 1953.

[16] * * * *Spravocinoe rukovodstvo po petrografii osadocinîh porod.* T. I, II. Gostoptehizdat, Leningrad, 1958.



Instalația 3 D H.

Progrese în teoria și practica cercetării sondelor din Republica Populară Romînă

Ing. D. CODREANU,
ing. N. STĂNĂRÎNGĂ și
ing. C. ȘERBAN

Calculul rezervelor de țiței, proiectarea exploatării zăcămintelor de țiței, aplicarea proceselor de recuperare secundară și alte probleme de producție reclamă cunoașterea proprietăților fizice ale zăcămîntului.

Pentru determinarea cît mai precisă a parametrilor fizici ai stratului sînt necesare metode moderne de cercetare a sondelor și o aparatură perfecționată.

În ultimii 10—15 ani, în industria extractivă de țiței, au luat o mare dezvoltare metodele de cercetare a sondelor în regim nestaționar de curgere. Operația de cercetare constă în urmărirea evoluției presiunii și debitului în timp.

Fundamentarea teoretică și experiența practică dobîndită în acești ani au făcut posibilă introducerea pe scară largă, în șantierele de petrol, a acestor metode de cercetare a sondelor.

Paralel cu eforturile depuse în alte țări, relativ la cercetarea sondelor și în R.P.R. au existat preocupări în acest sens.

În lucrarea de față sînt prezentate cîteva rezultate obținute în acest domeniu.

1. APARATURA DE CERCETARE

În R.P.R., pentru înregistrarea curbelor de variație a presiunii cu timpul, în vederea cercetării sondelor, se folosesc manometre tip „Hügel". Cercetarea sondelor care produc cu presiuni diferențiale relativ mici nu poate fi efectuată cu aceste manometre, deoarece nu au o sensibilitate suficientă.

Pentru a fi posibilă cercetarea unor astfel de sonde, a fost construit un manometru de mare sensibilitate, tip „T.P."[8]. Acest manometru se folosește cu succes în șantierele de petrol din R.P.R.

1.1. Principiul de funcționare și descrierea manometrului de mare sensibilitate „T.P."

Manometrul „T.P." este diferențial cu piston rotativ, avînd ca element de reacție un arc spiral.

Manometrul se compune din următoarele ansambluri (fig.1): camera mecanismului de ceasornic *2*, camera elementului de reacție *3* și camera de înregistrare *4*.

În camera *3*, care conține ulei de ricin, și în camera *4* se introduc gaze comprimate (de obicei hidrogen) la o anumită presiune, aparatul fiind astfel pregătit pentru a fi introdus în gaura de sondă. Presiunea la care se introduce gazul comprimat se calculează ținînd seamă de presiunea dinamică a sondei și de legea gazelor.

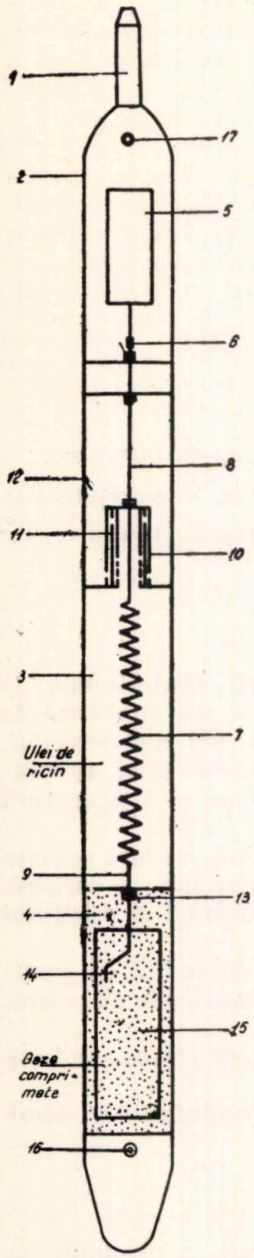


Fig. 1. Schema manometrului de mare sensibilitate tip „T.P.":

1 – niplu de suspensie; *2* – camera mecanismului de ceasornic; *3* – camera elementului de reacție; *4* – camera de înregistrare; *5* – mecanismul de ceasornic; *6* – mufa pătrată; *7* – arc spiral; *8* – tija fixă; *9* – tija mobilă; *10* – corp perforat; *11* – sistem de circulație; *12* – ventil de reținere; *13* – garnitură de etanșare; *14* – stilou înregistrator; *15* – tobă cu diagramă; *16* – ventil de reținere; *17* – ventil de reținere.

La o presiune din sondă mai mare decît presiunea din camera *3*, supapa *12* se deschide și presiunea se transmite uleiului de ricin și, implicit, tijei *9*, care deplasează stiloul înregistrator *14* (fluidul din sondă nu ajunge în interiorul manometrului datorită sistemului de circulație *11*).

Diferența de presiune dintre camerele *3* și *4* este înregistrată în timp, pe o diagramă metalică *15*, de către stiloul *14*.

Pentru a reduce frecările tijei *9* în garnitura de etanșare *13*, arcul spiral *7* împreună cu tija *9* sînt rotite de mecanismul de ceasornic *5*, diagrama metalică rămînînd imobilă.

Principalele caracteristici tehnice ale manometrului „T.P." sînt următoarele:

- presiunea diferențială maximă de lucru, 15 sau 30 at;
- temperatura maximă de lucru, 100°C;
- eroarea manometrului la presiunea maximă de lucru, $\approx \pm 0{,}005\,\%$;
- cursa pistonului, 220 mm;
- viteza de rotație a stiloului pe diagrama de înregistrare, 2,5 sau 0,5 mm/min;
- timpul de funcționare a mecanismului de ceasornic, 8, 15 sau 45 h;
- gabaritul manometrului: lungimea, 3 400 mm, diametrul exterior, 32 mm.

2. PROCEDEE DE PRELUCRARE A DATELOR DE CERCETARE ÎN R.P.R.

În principiu [7], [10], toate procedeele se bazează pe faptul că după un anumit timp de la închiderea sondei există o dependență liniară între variația presiunii și logaritmul timpului t de cercetare, sau raportul dintre acesta și timpul total de la începutul exploatării sondei, $t/T_0 + t$.

Cunoscînd panta dreptei respective se poate determina permeabilitatea efectivă a stratului.

Presiunea reală a zăcămîntului se poate estima prin extrapolarea dreptei de variație a presiunii cu $\log \frac{t}{T_0 + t}$, pînă la un timp de închidere a sondei infinit, dacă sonda nu interferă cu cele din jur.

Cînd aceste condiții nu sînt îndeplinite, estimarea presiunii statice se face aducîndu-se corecții valorii obținute prin metoda de mai sus. Introducerea acestor corecții necesită cunoașterea zonei de influență a sondei, care nu poate fi stabilită.

În afară de metodele indicate, în R.P.R. pentru determinarea presiunii zăcămîntului se utilizează un procedeu aproximativ mai simplu, cu care se obțin valori suficient de exacte pentru calculele inginerești.

Dat fiind faptul că o cercetare a sondei prin închidere implică pierderi de producție, în literatura de specialitate există cîteva procedee de cercetare a sondei prin variație de debit [11, 12]. Un procedeu de acest fel a fost elaborat și în R.P.R.

În afară de procedeele de determinare a presiunii zăcămîntului și de cercetare a sondei prin variații de debit, se vor arăta studiile efectuate pentru stabilirea posibilității interpretării datelor rezultate din cercetarea sondelor care exploatează zăcăminte neuniforme. Se vor face, de asemenea, cîteva considerații asupra indicelui de receptivitate localizat.

2.1. Procedeu aproximativ de determinare a presiunii zăcămîntului

După cum se știe, porțiunea finală a curbei de creștere a presiunii pînă la stabilizare depinde de forma conturului și de condițiile existente pe acesta (presiune constantă sau debit nul). În lucrarea [1] se arată că pe această porțiune, variația presiunii poate fi aproximată prin relația:

$$f(p) = \frac{dp}{dt} = A\,(p_s - p)\cdot \qquad (1)$$

Dacă timpul de închidere este suficient de mare încît să se poată înregistra valorile corespunzătoare porțiunii finale, prin reprezentarea creșterilor de presiune în unitatea de timp (de exemplu o oră) în funcție de presiunea corespunzătoare unuia din capetele intervalului de timp, se obține o linie dreaptă.

Prin extrapolarea acestei drepte pînă la $\frac{\Delta P}{\Delta t} \to 0$, rezultă valoarea presiunii stabilizate p_s.

În mod practic, timpul de închidere nu poate fi atît de mare încît să se poată obține porțiunea finală a curbei de restabilire a presiunii, ci numai o primă parte a dreptei de creștere a presiunii cu log t. Aplicarea procedeului de reprezentare a datelor după relația (1) duce la obținerea unei curbe, iar prin extrapolarea liniară a ultimei porțiuni rezultă, pentru presiunea stabilizată, o valoare inferioară celei reale.

Pe de altă parte, se știe că extrapolarea porțiunii drepte a curbei de restabilire a presiunii, reprezentată în coordonate ΔP și $\log \frac{t}{T_0 + t}$ pînă la $t \to \infty$, duce la obținerea unei valori a presiunii zăcămîntului mai mare decît cea reală.

Valoarea reală a presiunii stabilizate este cuprinsă între cele două presiuni obținute prin extrapolare, și, în primă aproximație, poate fi considerată egală cu media aritmetică a celor două valori.

Mai simplu, analitic, dacă se consideră de la timpul maxim de cercetare a sondei (t_m) încă două creșteri de presiune la intervale de o oră (aceste puncte satisfăcînd ecuația $p = p^*_{1h} + i \log t$) și se scrie ecuația dreptei $\frac{\Delta P}{\Delta t = 1}$ în funcție de p, abscisa la origine, respectiv presiunea pe contur, p_c, este dată de următoarea relație:

$$p_c = p^*_{1h} + i \frac{[\log (t_m + 1)]^2 - (\log t_m)\,[\log (t_m + 2)]}{2 \log (t_m + 1) - \log t_m - \log (t_m + 2)} \qquad (2)$$

Notînd cu $f(t_m)$ termenul:

$$\frac{[\log (t_m + 1)]^2 - (\log t_m)\,[\log (t_m + 2)]}{2 \log (t_m + 1) - \log (t_m) - \log (t_m + 2)},$$

ecuația (2) se va scrie:

$$p_c = p^*_{1h} + i \cdot f(t_m). \qquad (3)$$

Relația analitică care dă valoarea presiunii zăcămîntului obținută prin extrapolarea porțiunii drepte a curbei de creștere a presiunii cu $\log \frac{t}{T_0 + t}$ pînă la $t \to \infty$ este următoarea:

$$p^*_s = p^*_{1h} + i \cdot \log (T_0 + 1). \qquad (4)$$

Valoarea reală a presiunii statice se va aproxima ca fiind:

$$p_s = \frac{p^*_s + p_c}{2} = p^*_{1h} + \frac{i}{2} [\log (T_0 + 1) + f(t_m)]. \qquad (5)$$

Prin aplicarea acestui procedeu în R.P.R. s-a arătat că valorile obținute sînt suficient de exacte pentru scopuri practice.

2.2. Prelucrarea datelor la cercetarea sondei prin variație de debit

Dacă se admite liniaritatea ecuațiilor de curgere a fluidelor omogene prin medii poroase și se aplică principiul superpoziției, se poate prevedea variația presiunii, în cazul unui debit variabil.

Presupunînd că schimbările de debit au loc instantaneu, iar între două schimbări succesive debitul rămîne constant, relația dintre presiunea inițială și presiunea în sondă la timpul $(T_0 + t_n)$ se poate reda [2] sub forma:

$$\begin{aligned} (p_s - p_n) &= q_0 f(T_0 + t_n) + \\ &+ (q_1 - q_0) f(t_n) + (q_2 - q_1) f(t_n - t_1) + \cdots \\ &\cdots + (q_{n-1} - q_{n-2}) f(t_n - t_{n-2}) + \\ &+ (q_n - q_{n-1}) f(t_n - t_{n-1}). \end{aligned} \qquad (6)$$

În relația (6) nu se fac supoziții cu privire la forma funcției $f(t)$.

Căderea de presiune la timpul T_0 va fi egală cu:

$$(p_s - p_d) = q_0 f(T_0). \qquad (7)$$

Variația de presiune, față de presiunea la începutul procesului de cercetare, rezultă din următoarea relație:

$$\begin{aligned} \Phi_n = (p_s - p_d) &= q_0 [f(T_0) - f(T_0 + t_n)] + \\ &+ (q_0 - q_1) f(t_n) + (q_1 - q_2) f(t_n - t_1) + \cdots \\ &\cdots + (q_{n-2} - q_{n-1}) f(t_n - t_{n-2}) + \\ &+ (q_{n-1} - q_n) f(t_n - t_{n-1}). \end{aligned} \qquad (8)$$

Admițînd că $T_0 + t_n \approx T_0$ și că schimbările de debit se fac la intervale egale de timp, t, căderile de presiune în sondă Φ_1, $\Phi_2 \cdots \Phi_n$ la timpii t, $2t$, $\cdots$, nt se obțin din relațiile:

$$\begin{aligned} \Phi_1 &= (q_0 - q_1) f(t) \\ \Phi_2 &= (q_0 - q_1) f(2t) + (q_1 - q_2) f(t) \\ &\vdots \\ \Phi_n &= (q_0 - q_1) f(nt) + (q_1 - q_2) f[(n-1)t] + \cdots + \\ &\quad + (q_{n-1} - q_n) f(t) \end{aligned} \qquad (9)$$

Dacă se cunosc valorile presiunilor și debitelor (p_n, q_n) la timpii nt $(n = 1, 2, \cdots, n)$, precum și p_d, q_0 în momentul începerii cercetării, din relațiile (9) se pot determina succesiv valorile funcției $f(nt)$, adică variația în timp a presiunii din sondă pe unitatea de debit constant.

Prin multiplicarea acestor valori cu debitul sondei înainte de începerea cercetării, se obține variația presiunii în timp după pornirea sau închiderea sondei care a produs cu un debit constant, q_0.

Variația presiunii în timp, obținută în acest fel, poate fi folosită pentru determinarea para-

metrilor fizici ai stratului dacă se obține, după cum se știe, porțiunea liniară a curbei de variație a presiunii cu logaritmul timpului.

Aplicarea practică prezintă dificultăți deoarece cele mai mici erori în date duc la o instabilitate a funcției $f(t)$.

Procedeul a fost generalizat în scopul obținerii caracteristicilor acviferelor adiacente zăcămintelor de țiței [9].

2.3. Studierea posibilităților de cercetare în regim nestaționar a zăcămintelor neuniforme

Întrucît soluționarea problemei curgerii nestaționare a lichidelor compresibile prin medii poroase neuniforme prezintă dificultăți teoretice foarte mari, a fost analizat teoretic un caz simplificat. Astfel, s-au luat în considerare două straturi cu permeabilități diferite, exploatate prin aceeași sondă.

2.3.1. *Considerații teoretice.* Se examinează două straturi infinite cu permeabilități diferite, separate hidrodinamic, exploatate prin aceeași sondă, pentru o simetrie radială. Debitele de fund ale fiecărui strat se consideră constante [3].

Inițial se admite că presiunea este uniformă în întreg sistemul de straturi.

Presupunînd $\overline{\Delta p_i}(\rho, \tau)$ o cădere adimensională de presiune pentru stratul i $(i = 1,2)$, căderea de presiune dimensională se va scrie sub forma:

$$\Delta p_i(\rho, \tau) = C_i\, \overline{\Delta p_i}(\rho\, \tau) \qquad (10)$$

unde constanta C_i se determină din condițiile-limită, iar $\overline{\Delta p_i}(\rho, \tau)$ satisface ecuația diferențială:

$$\frac{\partial^2 \overline{\Delta p_i}}{\partial \rho^2} + \frac{1}{\rho}\frac{\partial \overline{\Delta p_i}}{\partial \rho} = \alpha_i^2 \frac{\partial \overline{\Delta p_i}}{\partial \tau} \qquad (11)$$

Valoarea lui α_i^2 este egală cu $\frac{a_1}{a_i}$ $(i = 1,2)$.

Pentru integrarea ecuației diferențiale (11) se impun următoarele condiții inițiale și la limită:

$\overline{\Delta p_i}(\rho, \tau) = 0$, pentru $\tau = 0$, oricare ar fi ρ;

$\Delta p_i(\infty, \tau) \to 0$, pentru $\rho \to \infty$;

$\left|\frac{\partial \overline{\Delta p_i}}{\partial \rho}\right|_{\rho=1} = -1$ pentru $\rho = 1$, oricare ar fi τ.

Din ultima condiție se determină constanta C_i, scriind ecuația lui Darcy:

$$q_i = -\frac{2\pi k_i h_i}{\mu_i}\left|\frac{\partial \Delta P_i}{\partial \rho}\right|_{\rho=1} = -\frac{2\pi k_i h_i}{\mu_i} C_i \left|\frac{\partial \overline{\Delta p_i}}{\partial p}\right|_{\rho=1}$$

de unde rezultă:

$$C_i = \frac{\mu_i q_i}{2\pi_i k_i h_i} = \frac{q_i}{2\pi \beta_i};\quad \beta_i = \frac{k_i h_i}{\mu_i}.$$

Aplicînd transformata lui Laplace funcției $\overline{\Delta p_i}(\rho, \tau)$, rezultă următoarele soluții pentru ecuația diferențială (11):

$$\Delta p_1(\rho, S) = \frac{K_0(\rho\sqrt{S})}{\sqrt{S}\cdot K_1(\sqrt{S})},$$
$$\Delta p_2(\rho, S) = \frac{K_0(\rho\alpha\sqrt{S})}{\alpha\sqrt{S}\,K_1(\alpha\sqrt{S})} \qquad (12)$$

Căderile de presiune dimensionale în ρ și s vor avea valorile:

$$\Delta p_1(\rho, S) = \frac{q_1}{2\pi\beta_1\sqrt{S}}\cdot\frac{K_0(\rho\sqrt{S})}{K_1(\sqrt{S})},$$
$$\Delta p_2(\rho, S) = \frac{q_2}{2\pi\beta_2\sqrt{S}}\cdot\frac{K_0(\rho\alpha\sqrt{S})}{\alpha\cdot K_1(\alpha\sqrt{S})} \qquad (13)$$

Considerînd că cele două straturi exploatate simultan cu un debit total q au aceeași presiune dinamică de fund, vor rezulta condițiile:

$$q = q_1 + q_2$$
$$\Delta p_1(1, S) = \Delta p_2(1, S) \qquad (14)$$

Ținînd seamă de aceste condiții, variația presiunii în gaura de sondă va avea forma:

$$\Delta p(1, s) = \frac{q}{2\pi\sqrt{S}}\cdot$$
$$\cdot\frac{K_0\sqrt{S}\cdot K_1(\alpha\sqrt{S})}{\beta_1 K_1(\sqrt{S})\,K_0(\alpha\sqrt{S}) + \beta_2\alpha\cdot K_1(\alpha\sqrt{S})\,K_0\sqrt{S})} \qquad (15)$$

Pentru valori de timp mari, corespund valori mici pentru operatorul s și, în acest caz, funcțiile cilindrice se pot aproxima:

$K_0(z) \approx -\left(ln\frac{z}{2} + \gamma\right)$, $\gamma = 0{,}5772$ (constanta lui Euler)

$$K_1(z) \approx \frac{1}{z}$$

Făcînd aproximațiile de mai sus, ecuația (15) devine:

$$\Delta p(1, S) = -\frac{q}{4\pi}\cdot\frac{\ln\frac{S}{4} + 2\gamma}{\beta_1 + \beta_2\frac{\ln\frac{S}{4} + 2\gamma}{\ln\frac{S\alpha^2}{4} + 2\gamma}} \qquad (16)$$

Originalul funcției $\Delta p(1, s)$ are următoarea formă:

$$\Delta p(1, \tau) = \frac{q}{4\pi}\cdot\frac{\ln 4\tau - \gamma}{\beta_1 + \beta_2\frac{\ln 4\tau - \gamma}{\ln 4\tau - \gamma - \ln\alpha^2}} \qquad (17)$$

sau :

$$\Delta p\,(1,\,\tau) = \frac{q}{4\pi} \cdot \frac{\ln 2{,}246\ \tau}{\beta_1 + \beta_2 \cdot a'}, \qquad (18)$$

unde :

$$a' = \frac{1}{1 - \dfrac{\ln \dfrac{a_1}{a_2}}{\ln 2{,}246\ \tau}}$$

Deoarece relația (16) a fost aproximată pentru valori mari de timp, a', în toate cazurile practice poate fi considerat egal cu unitatea, deci :

$$\frac{\ln \dfrac{a_1}{a_2}}{\ln 2{,}246\ \tau} \approx 0$$

În final, se poate considera că variația presiunii de fund într-o sondă care produce simultan din două straturi cu proprietăți fizice diferite și separate hidrodinamic, avînd debitul total q, este dată de relația aproximativă :

$$p_s - p = \frac{q}{4\pi} \cdot \frac{\ln 2{,}246}{\beta_1 + \beta_2}$$

sau :

$$p_s - p = \frac{2{,}3\,q}{4\pi} \frac{1}{\dfrac{k_1 h_1}{\mu_1} + \dfrac{k_2 h_2}{\mu_2}} \left(\log t + \log \frac{2{,}246\ k_1}{m_1 \beta_1 \mu_1 r_s^2} \right) \qquad (19)$$

Se poate ușor demonstra că relația dintre debitul unui strat și debitul total este :

$$q_1 = \frac{\beta_1}{\beta_1 + \beta_2} \cdot q \qquad (20)$$

și :

$$q_2 = \frac{\beta_2}{\beta_1 + \beta_2} \cdot q$$

Din analiza ecuațiilor (19) se poate trage concluzia că scăderea presiunii este liniară cu logaritmul timpului de cercetare, panta acestei drepte fiind direct proporțională cu debitul total al stratului și invers proporțională cu suma conductibilităților hidraulice ale celor două straturi.

Cunoscînd panta porțiunii drepte și debitul total al sondei, se poate determina suma conductibilităților hidraulice cu ajutorul relației :

$$\beta_1 + \beta_2 = \frac{k_1 h_1}{\mu_1} + \frac{k_2 h_2}{\mu_2} = \frac{2{,}3}{4\pi} \cdot \frac{q}{i} \cdot \qquad (21)$$

Dacă se cunoaște debitul fiecărui strat în parte, cu ajutorul relațiilor (20) vor rezulta următoarele ecuații pentru conductibilitățile hidraulice ale fiecărui strat :

$$\beta_1 = \frac{2{,}3}{4\pi} \cdot \frac{q_1}{i}\,; \qquad \beta_2 = \frac{2{,}3}{4\pi} \cdot \frac{q_2}{i} \qquad (22)$$

Față de cele arătate, prelucrarea datelor de cercetare a sondelor în mod analog cu cazul unui singur strat omogen duce la obținerea permeabilității medii ponderate cu grosimea, dacă se cunosc viscozitatea și grosimile straturilor.

2.3.2. *Verificarea experimentală a teoriei.* În scopul verificării relației aproximative deduse teoretic, s-a construit un model de analogie hidraulică, care reproduce curgerea radială a unui lichid incompresibil în două straturi de permeabilități diferite, separate hidrodinamic, exploatate simultan printr-o sondă [4, 5].

Straturile se compun din vase-piezometru unite prin rezistențe hidraulice. Este prevăzută, de asemenea, posibilitatea menținerii presiunii constante pe contur. Principiul pe care se bazează modelul a fost descris în alte lucrări [13, 14], și de aceea n-a mai fost redat.

Fiecare strat este constituit din 20 vase-piezometru legate între ele prin rezistențe hidraulice egale, constînd din capilare calibrate, în formă de U. Primele 12 vase sînt metalice, iar celelalte șapte din plexiglas. Ultimul vas,

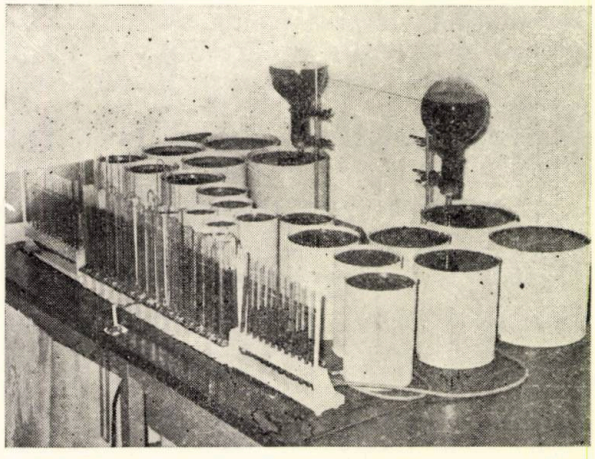


Fig. 2. Modelul de analogie hidraulică.

care modelează sonda, este comun pentru două straturi, atunci cînd sînt exploatate simultan (fig. 2).

Capilarele s-au calibrat, astfel încît raportul rezistențelor hidraulice ale celor două straturi să fie egal cu doi sau patru.

Vasul-sondă permite conectarea capilarelor de la straturile pe care sonda le deschide (în cazul de față două) și a tubului de sticlă prin care are loc curgerea lichidului din sondă.

Straturile pot fi exploatate cu debit total constant printr-un capilar prevăzut cu ventil și manometru diferențial montat pe tubul de sticlă. Prin manevrarea ventilului în așa fel încît diferența de nivel în cele două ramuri ale tubului U al manometrului diferențial să fie constantă în timp, practic s-a putut menține debitul constant. Debitele fiecărui strat în parte se stabilesc pe baza diferențelor de nivel dintre vasul de lîngă sondă și vasul ce reprezintă sonda, prin intermediul relației Hagen-Poisseuille, care se aplică capilarelor calibrate dintre sondă și vasele alăturate.

Caracteristicile fiecărui strat au fost determinate separat în condiții de curgere staționară și nestaționară. Admițînd o viscozitate de 1,005 cP și grosimile celor două straturi egale cu unitatea, s-au modelat straturi cu permeabilități de 3 313, 6 443, 12 572 mD.

Caracteristicile straturilor obținute în condiții staționare și nestaționare de curgere au indicat valori foarte apropiate.

Pentru verificarea rezultatelor teoretice referitoare la variația presiunii în timp după punerea în producție a unei sonde care deschide două straturi acestea au fost cuplate la aceeași sondă.

Scăderea nivelului în timp (de la valoarea inițială egală cu cele două straturi, menținînd nivelul pe contur — în ultimul vas — constant cu ajutorul unui preaplin) a fost înregistrată, debitul sondei fiind menținut constant.

Între scăderea presiunii și logaritmul timpului s-a obținut o relație practic liniară.

Introducînd valoarea pantei astfel stabilite, împreună cu celelalte caracteristici, în relația (21), a rezultat suma permeabilităților celor două straturi.

Rezultatele calculelor sînt redate în tabela 1.

Tabela 1

DETERMINAREA SUMEI PERMEABILITĂȚILOR CELOR DOUĂ STRATURI ÎN CONDIȚII DE CURGERE NESTAȚIONARĂ CU DEBIT TOTAL CONSTANT

Experimentul	Permeabilitățile straturilor, k, mD		Debitul total, q, cm³/s	Viscozitatea μ, cP	Greutatea specifică, γ, dyne/cm³	Panta, i, cm/ciclu	Permeabilitate totală a straturilor determinată din cercetare, $k = k_1 + k_2$, mD
	1	2					
A	3 313	6 443	0,17800	1,005	979,038	3,214535	10 415
B	3 313	12 579	0,322581	1,005	979,038	3,69000	16 443

Comparînd valorile 10 415, respectiv 16 448 mD, cu cele rezultate din însumarea valorilor corespunzătoare fiecărui strat în parte, de 9 756, respectiv 15 892 mD, se vede că acestea sînt apropiate, ceea ce confirmă valabilitatea relațiilor teoretice stabilite.

Fiind cunoscut debitul fiecărui strat în parte, prin intermediul relațiilor (22) se poate determina permeabilitatea pentru oricare strat. Permeabilitățile astfel obținute pe model sînt apropiate de cele determinate separat pentru fiecare strat în parte.

Pe baza experiențelor efectuate pe modelul de analogie hidraulică, prin producerea simultană cu debit total constant a două straturi cu proprietăți diferite $\left(\frac{k_1}{k_2} = \frac{2}{1}; \frac{k_1}{k_2} = \frac{4}{1}\right)$, menținîndu-se în permanență nivelurile la contur egale și constante, rezultă că teoria aproximativă poate fi aplicată pentru cercetarea sondelor care exploatează zăcăminte stratificate continuu.

2.4. Considerații asupra indicelui de receptivitate localizat

Se știe că interpretarea datelor obținute la cercetarea sondelor de injecție de apă, în scopul determinării indicelui de receptivitate localizat, este o aplicație directă a ecuației lui Darcy în condiții de curgere staționară [15].

Deoarece în realitate fenomenul are un caracter nestaționar, în lucrarea [6] această problemă a fost reluată, ajungîndu-se la următoarele concluzii:

a) Schimbarea pantei de variație a debitului cu presiunea nu indică în toate cazurile prezența unei fisuri.

b) Prin schimbarea în oarecare măsură a metodicii actuale de cercetare, se poate determina aproximativ permeabilitatea stratului și se poate stabili, în mod absolut, efectul unor operații de mărire a receptivității sondelor. Totuși, metoda este mai greoaie decît procedeele clasice de cercetare a sondelor și, prin urmare, este preferabilă utilizarea acestora din urmă.

3. CONCLUZII

Pentru cercetarea în condiții de curgere nestaționară a sondelor care produc cu presiuni diferențiale relativ mici, s-a conceput și s-a construit un manometru de fund de mare sensibilitate, care se aplică cu succes în R.P.R.

— Determinarea presiuniii zăcămîntului se face printr-un procedeu aproximativ, care nu este laborios și duce la valori acceptabile din punct de vedere practic.

— Pe baza unor considerații teoretice și experimente pe modele de analogie hidraulică, s-a arătat că interpretarea clasică a rezultatelor cercetării sondelor care exploatează mai multe straturi cu permeabilități diferite, separate pe verticală, duce la obținerea unei permeabilități medii ponderate cu grosimea.

— Procedeul de cercetare a sondelor fără închiderea acestora se bazează pe supoziții mai puțin stricte decît procedeele de acest fel aplicate curent.

Interpretarea indicelui de receptivitate localizat pe baza teoriei curgerii lichidelor compresibile a arătat că nu în toate cazurile prezența unor fisuri poate fi stabilită prin acest procedeu. Dat fiind caracterul laborios al acestei metode și faptul că prin aplicarea acesteia nu se obțin date suplimentare față de cercetarea obișnuită a sondelor, în R.P.R. acest procedeu nu se aplică.

Notații

p — presiunea curentă;
p_s — presiunea de zăcămînt;
Δp — diferența dintre presiunea zăcămîntului și presiunea curentă;
$\overline{\Delta p}$ — diferența de presiune adimensională;
p_s^* — presiunea de zăcămînt obținută din extrapolarea curbei de cercetare pînă la $t \to \infty$;
p_c — abscisa la origine în reprezentarea $\frac{\Delta p}{\Delta t} = f(p)$;
p_n — presiunea de fund corespunzătoare timpilor t_n;
p_d — presiunea dinamică a sondei;
p_{1h}^* — ordonata la origine obținută din extrapolarea porțiunii drepte a curbei de cercetare;
$f(t)$ — funcție de timp;
t, t_n — timpul de cercetare a sondei;
τ — timpul adimensional de cercetare a sondei egal cu $\frac{at}{r_s^2}$;
t_m — timpul maxim de cercetare a sondei;
T_0 — timpul de producție a sondei pînă la cercetarea acesteia;
q — debitul curent al sondei;
q_n — debitul sondei corespunzător timpului t_n;
q_0 — debitul sondei la $t = 0$;
r — raza curentă;
r_s — raza sondei;
ρ — raza redusă a sondei egală cu $\frac{r}{r_s}$;
r_0 — raza zonei de influență a sondei;
a — coeficientul de piezoconductibilitate;
k_1, k_2 — permeabilitatea efectivă a stratului 1 și 2;
μ — viscozitatea țițeiului;
β — conductibilitatea hidraulică egală cu $\frac{kh}{\mu}$;
m — porozitatea zăcămîntului;
h — grosimea efectivă a stratului;
D — efectul de determinare sau skin efectul;
i — panta porțiunii drepte a curbei de cercetare;
s — operatorul transformatei lui Laplace;
K_0, K_1 — funcții cilindrice de argument imaginar;
∂ — semnul derivatei parțiale;
ln — logaritmul natural.
i, 1 și 2 — indici referitori la stratul i, 1 și 2.

BIBLIOGRAFIE

[1] Codreanu, D. *Un procedeu de determinare aproximativă a presiunii zăcămîntului.* În: Petrol și gaze, **11**, nr. 7, 1960.

[2] Codreanu, D. *Determinarea unor caracteristici ale stratului și sondei din date de măsurători de presiune fără închiderea sondei.* În: Petrol și gaze, **10**, nr. 4, 1959.

[3] Ionescu, P. *Exploatarea în regim elastic printr-o sondă a două straturi cu proprietăți fizice diferite.* În: Buletinul Institutului de petrol și gaze-geologie, vol. VI, București, 1960.

[4] Codreanu, D. și Stănărîngă, N. *Investigarea prin metode hidrodinamice pe modele de laborator a zăcămintelor stratificate continuu și discontinuu de tipul sarmațianului și helvețianului din Depresiunea Getică în scopul stabilirii mai judicioase a operațiilor de intensificare a extracției țițeiului (helvețian-Țicleni, sarmațian-Cartojani).* Tema 3 a 1961, ICFE, Cîmpina, 1961.

[5] Codreanu, D. și Stănărîngă, N. *Studierea pe modelul de analogie hidraulică a zăcămintelor neuniforme și îmbunătățirea calității procedeului de cercetare a sondelor și de evaluare și interpretare a datelor.* Tema 2 a 1962, ICFE, Cîmpina, 1962.

[6] Codreanu, D. *O nouă concepție asupra indicelui de receptivitate localizat.* În: Petrol și gaze, **10**, nr. 5, 1959.

[7] Müller, C. C. ș.a. *The Estimation of Permeability and Reservoir Pressure from Bottom-Hole Pressure Build-up Characteristics.* p. 91. În: Trans. AIME Petroleum Develompent and Technology, **189**, 1950, Dallas (Texas), 1956.

[8] Penescu, T. Brevet R.P.R. nr. 082277.

[9] Hutchinson, T. S. și Sikora, V. J. *A Generalized Water-Drive Analysis.* p. 169. În: Petroleum Transaction, AIME, **216**, 1959.

[10] Perrinne, R. L. *Analysis of Pressure-Build-up Curves.* p. 481 și 495. În: Drilling and Production Practice, 1956, A.P.I. New York, 1957.

[11] Cernov, B. S. *Kolicestvennti uciot peremennovo pritokakzaboiu skvajint posle izmeneniia rejima ee rabolt po krivim vosstanovlenia davlenia.* În: Neft. Hoz., nr. 6, 1959.

[12] Houpeurt, A. *Mouvements des fluides dans les gisements d'hydrocarbures.* Essai des puits. p. 46. În: Production, **3**, 1958, Institut Français du Pétrole et Société des Editions Technique, 1958.

[13] Gaucher, M, și Burman, M. *Modele hydraulique pour l'étude des écoulements lineaires en milleux poreux.* În: Révue de l'Institut Français du Pétrol, nr. 9, 1955.

[14] Borisov, Iu. P. ș.a. *Ghidrointegrator dlea reșenia radialnth zadaci neustanovivșeisea filtrații.* În: Trudi VNII, vol. XIX, 1959.

[15] Dickey, P. A. și Andersen, K. H. *The Behavior of Water-Imput Welles.* În: Secondary Recovery of Oil in the United States, cap. 30.

Progrese tehnice la transportul țițeiului în R.P.R.

Ing. S. TINDECHE

Transportul țițeiului din șantierele de extracție pînă la rafinării reprezintă, în condițiile specifice amplasării teritoriale a acestora în țara noastră, un important capitol de investiții, de cheltuieli de exploatare și de operații complexe de pompare, combinate cu transporturi speciale pe calea ferată.

După cum se știe, în țara noastră nu se face uz de transportul intern pe apă nici pentru țiței, nici pentru produse petroliere. Aceasta se datorește în primul rînd faptului că direcția de curgere a apelor este în majoritatea cazurilor orientată nefavorabil față de direcția de mișcare a țițeiurilor către rafinării și a produselor petroliere către bazele de desfacere din interiorul țării și la export. De asemenea, apele curgătoare din țara noastră nu sînt în general navigabile și, în plus, lucru foarte important, în timpul iernii sînt supuse înghețului o lungă perioadă de timp.

Referindu-se deci numai la cele două mijloace de transport, conducte și calea ferată, ultimul mijloc este mult mai costisitor, raportul între ele fiind aproximativ 1 : 3. Datorită acestui motiv în ceea ce privește transportul țițeiului și al produselor petroliere se remarcă tendința permanentă de a se restrînge cît mai mult transportul feroviar și de a lua o extindere cît mai mare transporturile pe conducte.

Pe această linie, în țara noastră s-au înregistrat progrese remarcabile în ceea ce privește transportul țițeiului. Astfel, făcînd uz de cifre statistice, se constată că de la 22,2% cît reprezenta volumul transportului feroviar al țițeiului în anul 1956 din producția totală a țării, s-a ajuns în anul 1962 la un volum de numai aproximativ 13%. Dacă se elimină din acesta transportul interrafinării, atunci procentul transportului feroviar propriu-zis între schele și rafinării este de numai aproximativ 10%. Această proporție reprezintă cea mai redusă participare feroviară la transporturile de țiței care s-a atins în țara noastră de la naționalizarea industriei de petrol și pînă în prezent.

Creșterea volumului de pompări pe conducte s-a realizat pe de o parte prin utilizarea rațională, la capacitatea maximă, a conductelor și utilajelor de pompare în funcțiune, iar pe de altă parte prin construirea de noi conducte, parcuri centrale de rezervoare și stații de pompare. Astfel, pe conductele magistrale de nord, între unele stații intermediare de pe traseul acestor conducte, pe o distanță de aproximativ 150 km, capacitatea de pompare prevăzută în proiect a fost sporită cu 12%,

prin măsuri tehnico-organizatorice generale şi locale. Asemenea sporuri de capacitate s-au obţinut în toate celelalte sectoare importante ale reţelei de conducte principale şi locale de transport, printr-o mai bună organizare a pompărilor, prin întreţinerea corectă a utilajelor de pompare, intervenţia promptă în cazuri de accidente şi lichidarea acestora în minimum de timp, pentru a nu reduce coeficientul de utilizare a conductelor.

În ceea ce priveşte construirea de noi conducte, trebuie să arătăm că lungimea totală a reţelei de conducte pentru transportul ţiţeiului a crescut pînă în anul 1962 cu 66%, faţă de anul 1950, an în care situaţia conductelor de ţiţei era aceea moştenită de la fostele societăţi capitaliste. Important de reţinut este faptul că această creştere substanţială în lungimea conductelor a fost însoţită şi de o însemnată creştere în diametru. Astfel, în 1950 cel mai mare diametru de conductă era de 7". Astăzi avem conducte magistrale de 8, 10 şi 12" şi sînt în fază de studiu şi proiectare conducte de ţiţei cu diametre de 14 şi 16" în zona noilor şantiere de extracţie.

Un însemnat aport în intensificarea transportului de ţiţei prin conducte l-a adus electrificarea şantierelor petroliere. Aceasta a făcut posibilă eliminarea, practic completă, a motoarelor termice din staţiile de pompare ale întreprinderii de transport al ţiţeiului (I.T.T.C.). Astfel, dacă în anul 1957, din numărul total de pompe active, în staţiile de pompare ale I.T.T.C., aproximativ 6% mai erau încă acţionate cu motoare termice, în 1962 toate pompele active sînt acţionate electric, rămînînd doar, în fiecare staţie, pompele de siguranţă şi intervenţii grele să fie acţionate cu abur.

În ultimii ani şi utilajul de pompare a ţiţeiului a fost simţitor îmbunătăţit. Cea mai remarcabilă realizare în acest domeniu o constituie introducerea în exploatare a pompelor triplex, în special a celor fabricate de uzina „Vulcan" din Bucureşti. Introducerea acestor pompe în practica exploatării conductelor principale şi magistrale de ţiţei a început la noi în anul 1958. Datorită performanţelor care se pot obţine cu aceste pompe, ca debit şi presiune, precum şi funcţionării lor optime, în decurs de numai patru ani ele au ajuns să reprezinte aproximativ 1/5 din numărul total al pompelor active cu transmisie din staţiile de pompare ale I.T.T.C. Ele îşi vor disputa, în anii imediat următori, întîietatea cu pompele centrifugale, care urmează de asemenea să fie introduse în exploatarea conductelor de ţiţei pe scară mare, în vederea automatizării pompărilor de ţiţei.

Marile avantaje pe care pompele centrifugale le prezintă faţă de pompele cu piston sînt, după cum se ştie, gabaritul lor redus, cerînd deci un spaţiu minim pentru montaj, precum şi faptul că ele se pretează în mod ideal la automatizare. Pompele centrifugale au fost prevăzute deja la echiparea staţiilor de pompare de pe traseele conductelor magistrale, care vor asigura evacuarea producţiei de ţiţei din zona de sud a ţării.

Acest sistem de conducte a şi fost construit în cea mai mare parte şi a intrat în funcţiune parţial încă de la finele anului 1961, aproximativ 80 km conductă 12 3/4", iar la jumătatea anului 1962 a intrat în funcţiune un alt tronson în lungime de aproximativ 70 km conductă 10 3/4". Sporirea continuă a eficienţei economice a transportului de ţiţei a fost urmărită sub toate aspectele. Astfel, un obiectiv important a fost acela de a reduce la minimum repompările de ţiţei. Aceasta aduce avantaje economice substanţiale, pe de o parte prin reducerea consumurilor de energie electrică, abur, apă, etc., iar pe de altă parte prin reducerea pierderilor de fracţiuni uşor volatile, ca efect al eliminării depozitărilor şi manipulărilor de ţiţei în rezervoarele staţiilor intermediare de repompare. Rezultatele obţinute pe această linie sînt oglindite în următoarele cifre. În anul 1958 s-au repompat 82,4% din producţia totală de ţiţei transportată pe reţeaua de conducte ale I.T.T.C., excluzînd conductele magistrale, unde repomparea, în general, nu se poate evita din cauza distanţelor mult prea lungi de transport, unde au loc pierderi considerabile de presiune. Dacă se includ şi repompările pe conductele magistrale, atunci în acelaşi an (1958) volumul total al repompărilor a reprezentat 138% din producţia totală primită de I.T.T.C. de la schelele de extracţie pentru pomparea la rafinării. În comparaţie cu situaţia arătată pentru anul 1958, în prima jumătate a anului 1962 volumul repompărilor pe reţeaua de conducte ale I.T.T.C. fără conductele magistrale a fost de numai 12,1%, iar cu conductele magistrale 94% din producţia totală de ţiţei pompată la rafinării. Trebuie să menţionăm că, în bună parte, aceste rezultate se datoresc campaniilor organizate în masă pentru reducerea pierderilor de ţiţei, gaze şi produse petroliere. De asemenea ele se datoresc eforturilor neîntrerupte depuse de muncitorii şi tehnicienii care lucrează în domeniul transportului ţiţeiului, pentru reducerea continuă a preţului de cost al tonei de ţiţei intrate în rafinării. Un alt efect pozitiv al reducerii repompărilor de ţiţei îl reprezintă raţionalizările efectuate în sistemul de staţii de pompare, parcuri centrale de rezervoare şi conducte, care au devenit disponibile datorită scoaterii lor din circuitul activ al ţiţeiului între schele şi rafinării. Majoritatea utilajelor şi materialelor demontate astfel, care erau încă în bună stare de întrebuinţare, au fost transferate şi folosite în şantierele noi, realizîndu-se pe această cale importante economii la fondurile de investiţii.

Pentru conservarea cantităților considerabile de material feros reprezentînd conducte îngropate și rezervoare montate la suprafața solului, s-au aplicat măsuri de protecție anticorosivă dintre cele mai moderne, în afara celor clasice, ca izolarea sau vopsirea. Astfel, la rezervoare, și îndeosebi la cele care servesc la spălarea cu apă sărată a țițeiului, precum și la cele în care se depozitează țițeiuri murdare, emulsionate cu ape foarte sărate, se aplică protecția catodică folosind anozi activi (solubili) de magneziu sau zinc. Protecția catodică a conductelor se execută ca mai sus, folosind anozi solubili sau, în cea mai mare parte, folosind o sursă exterioară de curent. Astfel, pe conductele magistrale de nord funcționează un sistem de protecție catodică realizat aproape în întregime prin injecție de curent și numai o mică parte prin anozi solubili de zinc.

În cadrul raționalizărilor de stații de pompare, parcuri centrale de rezervoare și conducte, s-a avut în vedere, între altele, asigurarea tuturor posibilităților de selecționare a diverselor calități de țiței cerute de rafinării pentru prelucrarea și valorificarea lor separată. În acest scop, încă din anul 1960, cele două Direcții generale de foraj-extracție și de prelucrare au făcut în comun o analiză amănunțită a problemelor legate de selecționarea țițeiurilor. În această analiză s-a ținut seama, pe de o parte, de nivelul tehnic înaintat al instalațiilor de prelucrare din rafinării, și pe de altă parte de faptul că selecționarea țițeiurilor în schele și transportul lor fără posibilități de contaminare reciprocă pe parcursul schele-rafinării implică un anumit volum de cheltuieli suplimentare, care trebuie să fie bine justificate. Pe baza acestor două premise, s-a ajuns la concluzia că a devenit posibilă restrîngerea gamei de țițeiuri selecționate numai la anumite tipuri cu totul speciale, dintre care se menționează:

— țițeiul parafinos special pentru fabricarea uleiurilor superioare;

— țițeiul parafinos special pentru fabricarea parafinei;

— țițeiul neparafinos pentru fabricarea bitumului special destinat izolării conductelor;

— țițeiul neparafinos pentru fabricarea de uleiuri superioare și îndeosebi pentru fabricarea uleiurilor de transformator;

— țițeiul neparafinos special, cu conținut de benzină avînd cifră octanică naturală ridicată și alte cîteva tipuri de diferite proveniențe pentru fabricarea de unsori speciale, produse aromate etc.

Această limitare și precizare a tipurilor de țiței care trebuie selecționate și transportate ca atare la rafinării, în vederea valorificării lor superioare, au dat posibilitatea să se întocmească, la timpul potrivit, planuri de măsuri raționale pentru selecționarea acestor țițeiuri în condiții tehnico-economice optime.

După cum se știe, în general, nu se dispune de conducte separate pentru pomparea țițeiurilor selecționate din schele direct la rafinării. De altfel, acest lucru nici nu ar fi economic, dat fiind că în cele mai multe cazuri cantitatea de țiței selecționat nu acoperă în întregime capacitatea zilnică de transport a conductei care deservește sectorul de extracție din care provine țițeiul respectiv. În aceste condiții, pomparea se face de obicei pe conducte comune, succesiv cu alte țițeiuri. Pentru separarea loturilor de țiței de calități diferite, pompate pe aceeași conductă, la intrarea în rafinărie, cu concursul IFA (Institutul de fizică atomică) și al ICP (Întreprinderea de carotaj și perforări) s-au făcut, încă din anul 1960, primele încercări de aplicare a izotopilor radioactivi. Pe aceeași linie și începînd din același an, se face uz de aplicațiile izotopilor radioactivi la deparafinarea mecanică a conductelor de transport, echipînd godevilul cu o fiolă purtătoare de substanță radioactivă și urmărindu-l pe traseu cu detectoare Geiger-Müller. În ultimul timp, pentru separarea țițeiului special A_3 din sudul țării, pe conducta de 12 3/4″, în rafinăriile din Ploiești, s-a aplicat și metoda variației intensității radiațiilor gama în funcție de densitatea țițeiului ce trece prin conductă (gama-densimetrie). Prin aceste metode se poate asigura o separare comodă și suficient de precisă între două loturi succesive de țiței, deși nu se evită contaminarea în sine, în zona de contact, a acestor țițeiuri. Pentru a se evita, pe parcurs, contaminarea în sine sînt propuse a se introduce în zona de contact bile de cauciuc umplute cu apă. Acestea vor putea asigura o separare mecanică perfectă, evitîndu-se astfel degradarea unor anumite cantități din țițeiul selecționat, care pot atinge uneori 0,8% din volumul acestuia.

Controlul permanent al conținutului de apă în țițeiul pompat din schele la rafinării va fi asigurat prin dispozitive electronice de control și înregistrare automată. În acest scop, încă din anul 1959, Institutul de cercetări pentru foraj-extracție (ICFE) din Cîmpina a confecționat un asemenea dispozitiv pentru un interval de la 0 la 2% apă în țiței. Dispozitivul a fost experimentat cu rezultate pozitive la una din stațiile de pompare ale I.T.T.C. După ultimele perfecționări care i s-au mai adus el urmează să fie fabricat în serie și aplicat pe scară mare în stațiile de tratare și pompare din schele. Pe baza experienței căpătate, tot la ICFE-Cîmpina se fac cercetări pentru confecționarea unui dispozitiv electronic în vederea controlului conținutului de apă din țiței pentru un interval de la 0 la 40%. Acesta va putea fi folosit îndeosebi la controlul automat al conținutului de apă din țiței înainte de a intra în instalațiile de tratare chimică sau electrică din schele.

În domeniul automatizării pompării țițeiului pe conducte, s-au întocmit proiectele de auto-

matizare a conductelor magistrale de nord și sud, inclusiv stațiile de pompare care le deservesc. Realizarea lor practică este strîns legată de automatizarea șantierelor de extracție (sonde și parcuri de separatoare), unde de asemenea au fost create, în cea mai mare măsură, toate condițiile, urmînd ca în prima etapă automatizarea să fie introdusă în sectoarele trusturilor de extracție Ploiești, Moinești și Pitești.

Înainte de se trece la realizarea pe scară mare a proiectelor de automatizare întocmite pînă în prezent, s-a trecut, în mod foarte rațional, la experimentarea automatizării într-un ansamblu limitat la un parc de separatoare și la conducta principală pe care se va pompa producția acestuia direct la o rafinărie din Ploiești. Acest „pilot" de automatizare întrunește toate condițiile unui sistem complet și complex automatizat, cuprinzînd operațiile principale legate de :

— procesul de extracție a țițeiului din sonde ;
— colectarea țițeiului de la sonde la parcul de separatoare ;
— măsurarea producției ;
— tratarea țițeiului ;
— pomparea la rafinărie.

Toate operațiile enumerate mai sus, de la gura sondei și pînă la rafinărie, vor avea loc în circuit închis, adică fără ca țițeiul să aibă contact cu atmosfera în vreun punct oarecare al circuitului. Acest mod de colectare, tratare și pompare a țițeiului sub presiune va elimina orice posibilitate de pierderi de gaze și fracțiuni volatile. El reprezintă sistemul ideal de colectare și de transport, însă aplicabilitatea lui este condiționată de foarte mulți factori. Această problemă, sub toate aspectele, a fost studiată în cursul anului 1962 de către o comisie de specialiști din industria de petrol, și pe baza concluziilor s-au trasat liniile directoare și sarcinile concrete pentru rezolvarea acestei probleme în anii următori.

Progresele realizate în ceea ce privește transportul țițeiului, și care au fost expuse succint în cele de mai sus, se oglindesc și își dovedesc eficacitatea și în modul cum au influențat prețul de cost al pompării țițeiului pe conducte. Următoarele cifre sînt edificatoare din acest punct de vedere. La transportul pe conductele locale ale I.T.T.C. prețul de cost cel mai ridicat a fost atins în anul 1953, iar pentru conductele magistrale a fost atins în anul 1958. Față de aceste maxime atinse, prețul de cost a fost redus în prima jumătate a anului 1962 la conductele locale cu aproximativ 37%, iar la conductele magistrale cu aproximativ 36%.

Din materialul expus se poate trage concluzia că în domeniul transportului țițeiului în țara noastră s-au obținut realizări la nivelul tehnicii mondiale, iar rezultatele lor se oglindesc în îmbunătățirea substanțială a indicilor tehnico-economici de bază. Acest lucru trebuie să constituie un imbold pentru realizări și mai mari în viitor, pentru consolidarea continuă a construcției socialiste în patria noastră.

Considerații asupra domeniului de aplicabilitate a relațiilor de determinare grafică sau prin calcul a cifrei cetanice a motorinelor

Ing. Gh. BĂRBATU

După cum se știe, una dintre cele mai importante caracteristici calitative ale motorinelor este cifra cetanică sau indicele cetanic care reprezintă aptitudinea la aprindere a combustibililor Diesel.

Cifra cetanică a motorinelor se determină practic cu ajutorul unor motoare speciale, în care se compară proba de cercetat cu etaloane secundare, calibrate în prealabil cu etaloane primare. Acestea din urmă sînt amestecuri de cetan $C_{16}H_{34}$ cu alfa-metil-naftalină.

Există diverse tipuri de motoare pentru determinarea practică a acestei caracteristici calitative, avînd la bază diferite metode a căror precizie este prezentată în literatura tehnică de specialitate [1].

Determinarea cifrei cetanice a motorinelor pe cale practică prin utilizarea motoarelor speciale prezintă o serie de inconveniente, ca:

— Determinarea este laborioasă, durează circa patru ore, necesită o aparatură complicată și un personal de deservire specializat.

— Se implică un consum de etaloane primare sau secundare, care se procură din import, ceea ce ridică simțitor prețul de cost al unei determinări.

— Rezultatele obținute nu sînt strict reproductibile, avînd în vedere precizia de determinare care variază așa cum s-a arătat anterior, în funcție de tipul motorului, între $\pm$ 1,5 și $\pm$ 5 unități.

De asemenea trebuie remarcat că procurarea acestor motoare este foarte dificilă. O serie de laboratoare ale rafinăriilor sau ale altor unități nu sînt dotate în acest sens.

Față de aceste inconveniente, o serie de cercetări anterioare au căutat să stabilească diverse relații de determinare grafică sau prin calcul a indicelui cetanic al combustibililor Diesel, metode care sînt redate în literatura tehnică de specialitate, fără a se specifica că ele nu sînt universal valabile și fără a se indica domeniul lor de aplicabilitate. Aceasta face ca aplicarea lor să aibă o valabilitate numai pentru anumite motorine, iar pentru altele să indice erori mari, neuzuale, fapt ce a determinat ca ele să nu se impună în controlul tehnic calitativ al susceptibilității la aprindere a combustibililor Diesel.

În lucrarea de față, pe baza studiului efectuat de autor în stația de export al produselor petroliere din portul Constanța, s-a stabilit că aceste metode au domenii restrînse de aplicabilitate în cadrul unor anumite sortimente de motorină, indicîndu-se criteriul de separabilitate

Tabela 1

Nr. crt.	Denumirea metodei	Precizia de determinare
1	Metoda întîrzierii aprinderii	± 2 unități
2	Metoda de coincidere a exploziilor	între ± 1,5 — 2 unități
3	Metoda raportului critic de compresie	± 5 unități

pentru aplicarea corectă a fiecărei formule numai la acei combustibili Diesel pentru care se pot obține precizii de determinare admisibile în comparație cu cifra cetanică reală determinată la motor.

De asemenea este redată în principiu numai o metodă originală de determinare prin calcul a cifrei cetanice pentru o gamă largă de motorine pentru care formulele existente în literatura tehnică de specialitate nu au valabilitate.

Cunoașterea erorilor de determinare — obținute pe baza diverselor metode de calcul sau grafice — și stabilirea domeniilor de valabilitate prezintă un interes practic deosebit în evaluarea precisă și expeditivă a indicelui cetanic.

În cele ce urmează se va examina sumar fiecare metodă, căutîndu-se a se preciza pentru ce sortimente de motorină este valabilă și în ce măsură poate fi folosită în analiza industrială a calității de ardere a combustibililor Diesel.

1. METODA LUI HEINZE ȘI MARDER [2]

Această metodă are la bază folosirea următoarei formule:

$$\text{Cifra cetanică} = CC_{e\,290} - (290 - cc)\,k$$

în care:

$CC_{e\,290}$ reprezintă cifra cetanică a carburantului cu cifra caracteristică de 290, care se deduce dintr-o diagramă în funcție de parachorul specific al motorinei;

k — factorul care se determină din altă diagramă în funcție de cifra caracteristică a carburantului de cercetat și care variază între 0,1 și 0,4;

cc — cifra caracteristică $= \dfrac{t_{5\%} + t_{15\%} + t_{25\%} + \ldots + t_{95\%}}{10}$,

în care: $t_{5\%}$, $t_{15\%}$, $t_{25\%}$, ..., $t_{95\%}$ reprezintă temperaturile, în grade Celsius, la care distilă fracțiunea arătată de indice.

Această metodă este destul de laborioasă, complicată și lipsită de precizia necesară, mai ales în cazul motorinelor ușoare (superioare) în care s-a deplasat petrol din anumite motive tehnico-economice, respectiv pentru corijarea culorii și a densității produsului, la export cerîndu-se motorine cu culori cît mai deschise și densități cît mai mici.

Precizia de determinare este complet nesatisfăcătoare, situîndu-se între ± 2 și ± 8 unități, față de rezultatele reale obținute pe motor.

2. METODA DE DETERMINARE PRIN CALCUL A CIFREI CETANICE ÎN FUNCȚIE DE INDICELE DIESEL [3]

Această metodă se bazează pe formula:

$$\text{Cifra cetanică} = 0{,}8\,ID + 10.$$

Calcularea indicelui Diesel se face cu ajutorul formulei:

$$\text{Indice Diesel} = \frac{D \cdot A}{100}$$

în care:

D este densitatea, exprimată în grade API;

A — punctul de anilină, exprimat în grade Fahrenheit.

Trebuie menționat că în conformitate cu prevederile STAS 50—59, indicele Diesel poate fi stabilit și prin nomograma ce este redată la pagina 3 din STAS-ul sus-amintit, în funcție de densitatea la 15,56 și punctul de anilină exprimat în grade Celsius.

Această metodă de determinare prin calcul a cifrei cetanice în funcție de indicele Diesel nu are un domeniu precis de aplicabilitate, avînd o valabilitate întîmplătoare pentru o serie de motorine, iar pentru majoritatea combustibilor Diesel indică, față de indicele cetanic real, erori care se situează de regulă în direcția plus, obținîndu-se discrepanțe pînă la șase unități.

În tabela 2 se redau diferențele obținute prin aplicarea formulei de mai sus, față de rezultatele obținute pe motor.

Tabela 2

Nr. probei	Densitatea la 15,56°C	Punctul de anilină °C	Indicele Diesel	Cifra cetanică		Diferența, unități
				calculată	determinată (motor)	
1	0,8450	67	55	54	50	+4
2	0,8835	64	42,5	44	38	+6
3	0,8460	67,5	55	54	52	+2
4	0,8435	67,8	56	55	50	+5
5	0,8800	63,6	43	44	41	+3

3. METODA DE DETERMINARE GRAFICĂ A CIFREI CETANICE CU AJUTORUL INDICELUI DIESEL [4]

Această metodă se bazează pe folosirea diagramei redate în figura 1.

Diagrama a fost dedusă experimental pe baza determinării cifrei cetanice direct la un motor-standard pentru diferite motorine avînd diverse valori pentru indicele Diesel, după cum se indică în tabela 3.

Tabela 3

Indicele Diesel	20	30	40	50	60	70	80
Cifra cetanică	30	35	40	45	55	65	80

Deşi această metodă se utilizează uneori în practică, în lipsa motorului de determinare a

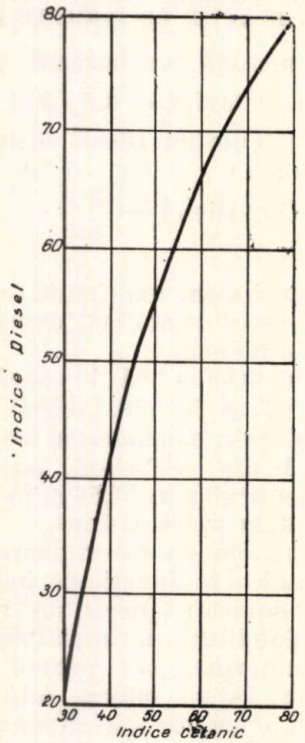


Fig. 1. Diagramă pentru determinarea indicelui cetanic cu ajutorul indicelui Diesel.

cifrei cetanice, în literatură nu se specifică nimic referitor la gradul de precizie a metodei şi, ca atare, nici la gama de motorine pentru care metoda să poată fi aplicată practic.

În cadrul studiului efectuat în lucrarea de faţă s-a stabilit, în general, că aplicarea acestei metode duce la discrepanţe faţă de determinarea practică pe motor, ale căror valori se situează între + 1 la — 5 unităţi, după cum reiese din tabela 4.

Tabela 4

Nr. probei	Densitatea 15/4	Indicele Diesel	Cifra cetanică		Diferenţa faţă de motor, unităţi
			calculată	determinată	
1	0,8810	41	39	38	+1
2	0,8414	56	50	50	0
3	0,8435	55	47,5	50,5	—3
4	0,8450	55	47,5	52,5	—5
5	0,8646	50	45	48	—3

De asemeni s-a stabilit că această metodă este aplicabilă, obţinîndu-se diferenţe admise de ±2 unităţi, pentru motorine care se încadrează în condiţia:

$$\frac{t_{90\%}}{t_{10\%}} \cdot C_x < 1{,}2$$

în care:

$t_{10\%}$, $t_{90\%}$ reprezintă temperaturile, în grade Celsius, la care distilă conform STAS, GOST, ASTM sau DIN fracţiunea arătată de indice. (Preferabil ca distilarea motorinelor să se determine conform normelor DIN);

C_x — panta curbei de distilare $= \frac{t_{90\%} - t_{10\%}}{80}$.

În tabela 5 sînt redate unele exemplificări asupra metodei grafice, în lumina criteriului de aplicabilitate stabilit.

Tabela 5

Denumirea probei	Densitatea la 15,56°C	Indicele Diesel	Distilare °C		$\frac{t_{90\%}}{t_{10\%}} \cdot C_x$	Cifra cetanică		Diferenţe
			$t_{10\%}$	$t_{90\%}$		calculată	determinată	
Motorină India I	0,8825	42	278	337	0,89	40	38	+2
Motorină India II	0,8794	43	282	335	0,78	40	41	—1
Motorină de cracare catalitică din ţiţei de Baku	0,9013	27	241	309	1,09	33,5	32	+1,5

4. METODA DE DETERMINARE PRIN CALCUL A CIFREI CETANICE A MOTORINELOR ÎN FUNCŢIE DE COMPOZIŢIA LOR CHIMICĂ PE GRUPE DE HIDROCARBURI [1]

Această metodă se bazează pe formula:

$$\text{Cifra cetanică} = 0{,}85\,P + 0{,}1\,N - 0{,}2\,A$$

în care P, N şi A corespund respectiv procentelor de hidrocarburi parafinice, naftenice şi aromatice din combustibil. Metoda nu este răspîndită în practica controlului tehnic calitativ al motorinelor, deoarece, în afară de dificultăţile de determinare a compoziţiei procentuale pe clase de hidrocarburi a combustibilului de cercetat, arată şi o precizie nesatisfăcătoare, obţinîndu-se diferenţe faţă de motor, care se situează între ± 8 unităţi, aşa după cum se indică şi în tabela 6.

Tabela 6

Combustibilul pentru motoare Diesel	Conţinutul de hidrocarburi			Cifra cetanică		Diferenţe
	aromatice, %	naftenice, %	parafinice %	calculată	determinată	
1	51	8	41	25	23,5	+1,5
2	17	44	39	34	37	—3
3	20	15	65	53	53	0
4	12	27	61	52	60	—8
5	15	27	58	49	41	+8

5. METODA DE DETERMINARE GRAFICĂ SAU PRIN CALCUL A CIFREI CETANICE CONFORM ASTM D 975-60T, ANEXA II

Această metodă foloseşte densitatea produsului în grade API şi temperatura în grade F la care motorina distilă 50%.

În normele ASTM este prevăzut faptul că această metodă are o aplicabilitate limitată arătîndu-se că metoda nu se aplică combustibilor care conţin aditivi pentru mărirea cifrei cetanice, combustibililor sintetici, alchilaţi sau combustibililor din gudroane de cărbune. De asemeni se obţin erori apreciabile în cazul aplicării ei pentru produse care au temperatura finală de fierbere sub 500°F. În literatura tehnică de specialitate nu se indică concret criteriile pentru care metoda ASTM de calcul să poată fi folosită în practica industrială în limitele de precizie admisibile.

Se indică doar că pe scara de la 30 la 60 unităţi cetanice se obţin erori faţă de rezultatele reale determinate pe motor de maximum ± 2 unităţi, pentru 75% din produsele evaluate.

Pe baza studiului efectuat în cadrul lucrării de faţă s-a stabilit că metoda ASTM de calcul nu poate fi aplicată în cazul motorinelor în care s-a deplasat petrol din diverse motive tehnico-economice şi în general în cazul combustibililor Diesel care nu îndeplinesc condiţia :

$$\frac{t_{90\%}}{t_{10\%}} \cdot C_x > 2{,}55.$$

În tabela 7 sînt redate unele exemple care ilustrează valabilitatea metodei de calcul ASTM, pentru motorinele ce îndeplinesc criteriul stabilit în prezenta lucrare.

Tabela 7

Nr. probei	Densitate 15/4	$t_{50\%}$, °C	$\frac{t_{90\%}}{t_{10\%}} \cdot C_x$	Cifra cetanică		Diferenţe
				calculată	determinată	
1	0,8182	274	2,73	51	51	0
2	0,8507	287	2,25	53	50	+3
3	0,8509	275	2,89	49,5	49,5	0
4	0,8490	268	1.38	48,3	51,0	−2,7
5	0,8430	246	1,89	45	53	−8
6	0,8520	283	2,34	51	48,4	−2,6

Aşa după cum se poate observa din studierea tabelei 7 metoda de calcul ASTM nu este valabilă pentru motorine la care raportul $\frac{t_{90\%}}{t_{10\%}} \cdot C_x$ este mai mic decît 2,55, deoarece în acest caz discrepanţele faţă de rezultatele reale determinate pe motor depăşesc ± 2 unităţi ajungîndu-se chiar pînă la − 8 unităţi.

Trebuie menţionat că pentru determinarea mai precisă şi mai expeditivă a cifrei cetanice prin metoda de calcul ASTM, folosirea nomogramei sau a formulei în funcţie de densitatea în grade API şi $t_{50\%}$ în grade F fiind greoaie, în staţia de export al produselor petroliere din portul Constanţa s-a întocmit o tabelă care permite citirea directă a cifrei cetanice (în cadrul domeniului de aplicabilitate a metodei stabilit în prezenta lucrare) în funcţie de densitatea la 15/4 şi de temperatura la care distilă 50%, exprimată în grade Celsius.

6. METODA DE DETERMINARE PRIN CALCUL A CIFREI CETANICE A MOTORINELOR PROPUSĂ DE AUTORI

Această metodă permite determinarea prin calcul a cifrei cetanice în funcţie de punctul de anilină al produsului şi distilarea combustibilului Diesel. Ea se bazează pe formula care este redată principial mai jos :

$$\text{Cifra cetanică} = 100 - \frac{kT}{P^{n_t}},$$

în care :

- k este coeficientul stabilit experimental de autori ;
- T — punctul (exprimat în °C) de pe curba de distilare STAS, GOST, ASTM sau DIN a motorinei ;
- P — punctul de anilină al produsului de cercetat °C ;
- n_t — raportul de volatilităţi.

După cum se poate observa, această metodă care foloseşte volatilitatea motorinei şi compoziţia sa chimică, exprimată prin punctul de anilină, este valabilă tocmai pentru motorinele care la metoda de calcul ASTM şi celelalte metode dau diferenţe inacceptabile faţă de determinările efectuate pe motor.

Metoda dedusă de autori în staţia de export al produselor petroliere din portul Constanţa este valabilă pentru motorinele comerciale şi pentru toţi combustibilii Diesel care îndeplinesc condiţia :

$$1{,}2 < \frac{t_{90\%}}{t_{10\%}} \cdot C_x < 2{,}55.$$

Precizia metodei este situată între $+1$ şi maximum -2 unităţi de cifră cetanică, în cadrul criteriului de aplicabilitate stabilit.

CONCLUZII

Pe baza studiului efectuat în lucrarea de faţă se deduc trei metode valabile pentru a fi aplicate în practica analizei industriale, pentru determinarea prin calcul a cifrei cetanice a motorinelor, respectiv a aptitudinii la aprin-

dere a combustibililor Diesel, a căror precizie se încadrează în limitele admise de standarde, adică de $\pm$ 2 unități, conform tabelei 8

Tabela 8

Nr. crt.	Denumirea metodei	Criteriul de aplicabilitate	Precizia față de motor
1	Metoda de determinare grafică în funcție de indicele Diesel	$\frac{t_{90\%}}{t_{10\%}} \cdot C_x < 1{,}2$	$\pm$ 2 unități
2	Metoda de determinare grafică și prin calcul ASTM	$\frac{t_{90\%}}{t_{10\%}} \cdot C_x > 2{,}55$	$\pm$ 2 unități
3	Metoda de determinare prin calcul a cifrei cetanice Bărbatu Gh. și Paladi Vitaly	$1{,}2 < \frac{t_{90\%}}{t_{10\%}} \cdot C_x < 2{,}55$	între +1 și −2 unități

La aplicarea metodelor selecționate mai sus se va ține cont de următoarele :

Nu se aplică în cazul combustibililor Diesel sintetici sau la motorine ce conțin aditivi pentru mărirea cifrei cetanice.

Pentru stabilirea domeniilor de aplicabilitate este preferabil ca distilările să se facă cu aparatură DIN sau ASTM.

Rezultatele obținute din calcul pentru cifra cetanică se întregesc la numărul întreg cel mai apropiat.

Trebuie de asemenea reținut că în stațiile de export al produselor petroliere cunoașterea criteriilor de aplicabilitate a formulelor studiate mai sus prezintă un interes deosebit, întrucît expeditivitatea determinării cifrei cetanice pe cale grafică sau prin calcul contribuie direct la reducerea timpilor de stalii a navelor petroliere sosite în port pentru transportul combustibililor Diesel.

De asemeni este util de știut că în stațiile de export al produselor petroliere aplicarea metodelor de calcul se face pentru controlul tehnic calitativ numai al motorinelor cu condiție contractuală de cifră cetanică, motorine care sînt destinate utilizării drept combustibili în motoarele Diesel.

În țările vest-europene acești combustibili pentru motoarele Diesel sînt delimitați de celelalte motorine care se utilizează numai pentru încălzit, prin fixarea pentru acestea din urmă a unei condiții tehnice vamale obligatorii și penalizatorii de a distila maximum 40% la 250°C.

Desigur că taxele vamale de import pentru motorinele ce distilă maximum 40% la 250°C și care sînt utilizate exclusiv pentru încălzit sînt mai mici decît pentru motorinele care se folosesc drept combustibil în motoarele Diesel. Pentru acestea din urmă se normează contractual condiția tehnică minimă de cifră cetanică.

BIBLIOGRAFIE

[1] Losikov, B. V. și Lukașevici, I. P. *Merceologia petrolieră*, Moscova, Gostoptehizdat, 1950 (traducere din limba rusă).

[2] Heinze, R. și Marder, M. *Brennstoff Chemie*, **16**, nr. 15, 1935.

[3] *** *Manualul Chimistului*, vol. II, 1948.

[4] *** *Analiza țițeiului și a produselor petroliere*. Editura tehnică, București, 1953.

[5] Losikov, B. V., Pucikov, N. G. și Englin, B. A. *Bazele utilizării produselor petroliere*, Moscova, 1955 (traducere din limba rusă), I.D.T., vol. I.

[6] *** ASTM *standards on petroleum products and lubricants*. **I**, oct. 1961, D-975-60 T, anexa II, p. 446.

Problema deşeurilor radioactive în şantierele de petrol

Ing. V. MIHAI

Pentru realizarea principalelor obiective trasate de Congresul al III-lea al P.M.R., industriei de petrol îi revin sarcini foarte importante, atît în ceea ce priveşte creşterea rezervelor de ţiţei, cît şi gospodărirea judicioasă a rezervelor de ţiţei existente.

Una dintre măsurile prin care se asigură o judicioasă gospodărire a rezervelor existente este creşterea factorului final de recuperare a ţiţeiului. Pentru realizarea acestui obiectiv, trebuie luate o serie de măsuri, cum sînt:

— exploatarea raţională a zăcămintelor de ţiţei;

— cunoaşterea condiţiilor reale de zăcămînt, a colectorului, a naturii litologice a rocilor care formează colectorul, a modului de comportare a zăcămîntului în decursul exploatării lui, a stării tehnice a găurii de sondă netubate sau tubate;

— urmărirea diferitelor procedee tehnologice utilizate în timpul forajului şi extracţiei.

O metodă eficace de cunoaştere a celor de mai sus este cea a controlului cu trasori radioactivi. Ea ajută la: detectarea locurilor de pierdere a fluidului de foraj în timpul săpării găurii de sondă; controlul calităţii cimentării coloanelor de sondă; controlul zonelor necimentate din spatele coloanelor de sondă şi urmărirea cimentării; determinarea zonei de comunicaţie existentă între intervalele perforate şi straturile acvifere din spatele coloanelor de exploatare; controlul spărturilor de coloană la sondele de extracţie; controlul acidizării straturilor de ţiţei şi gaze; controlul injecţiei de apă în strat; controlul fisurării hidraulice a straturilor etc.

Principiul metodei cu trasori radioactivi constă în introducerea substanţei marcate, cu activitate β sau γ, în circuitul tehnologic respectiv, şi apoi urmărirea trasorului prin intermediul unei aparaturi de detectare corespunzătoare. Apariţia unei creşteri a radioactivităţii indică prezenţa trasorului şi prin aceasta informează asupra modului în care decurge procesul tehnologic respectiv.

O grijă deosebită trebuie acordată lucrului cu trasori radioactivi, în sensul de a nu se modifica procesul tehnologic analizat. Aceasta este o condiţie de bază a metodei care trebuie respectată

cu stricteţe. Datorită proprietăţilor de penetraţie a radiaţiilor radioactive, folosirea lor prezintă avantaje foarte mari faţă de metodele clasice care utilizau trasori chimici, putîndu-se recurge la game variate de substanţe radioactive cu diferiţi timpi de înjumătăţire. Prin aceasta se poate rezolva un număr mare de operaţii tehnologice aplicate sondelor în timpul operaţiilor de foraj şi extracţie.

Metodele radiometrice, folosind izotopi radioactivi ca trasori, s-au dovedit deosebit de utile, fiind caracterizate prin rapiditate, sensibilitate şi precizie.

Cantitatea de trasori radioactivi ce se foloseşte la diverse operaţii pe şantierele petroliere în sonde cu coloane perforate depinde de receptivitatea straturilor şi de lungimea intervalului deschis prin perforare. În tabelele 1 şi 2 se indică volumul de lichid marcat în funcţie de intervalul perforat.

În funcţie de condiţiile de lucru şi de problema urmărită trasorii radioactivi sînt folosiţi sub forma : lichidă (forme solubile în apă), care prezintă avantajul diluării cu apă în măsura necesităţii şi îndepărtarea trasorilor prin spălare cu apă ; de suspensii coloidale ; în stare granulară.

La alegerea trasorilor radioactivi trebuie avute în vedere caracteristicile lor, care să fie compatibile cu mediul cu care vin în contact (roca şi ionii sărurilor conţinute în pori). Un aspect important în utilizarea optimă a trasorilor radioactivi îl constituie cunoaşterea gradului de adsorbţie al izotopilor radioactivi pe suprafaţa diferitelor tipuri de roci (nisipuri, gresii, argile, calcare etc.).

Tehnologia operaţiilor cu trasori radioactivi este necesar a fi cunoscută de toţi geologii şi inginerii petrolişti din şantiere. Ea se găseşte descrisă în unele manuale.

Tabela 1

Intervalul perforat, m	Pînă la :							
	4	4–6	6–10	10–15	15–20	20–30	30–40	40–50
Volumul de lichid marcat, l	1 000	1 500	2 000	2 500	3 000	3 500	4 000	4 500

În cazul operaţiilor de acidizare sau tratare cu soluţii tensioactive marcate se folosesc cantităţi mari de lichide marcate, şi în tabela 2 sînt redate cantităţile marcate ce trebuie injectate în diverse tranşe.

Concentraţia soluţiei radioactive folosite ca trasor depinde de timpul de înjumătăţire al radioizotopului şi de volumul soluţiei marcate.

Utilizarea izotopilor sub formă de surse deschise generează apariţia deşeurilor radioactive, care în mare parte fiind lichide sînt evacuate în ape curgătoare.

În şantierele de petrol se pot ivi următoarele cazuri din care să rezulte deşeuri radioactive : înainte de prepararea soluţiei activate, prin scăparea şi spargerea fiolei cu trasori radioac-

Tabela 2

Volumul de lichid folosit, l	din care :	Transa :				
		I	II	III	IV	V
5–8 000	nemarcat	2–3 000	–	1 000	–	–
	marcat	–	2–4 000	–	–	–
8–10 000	nemarcat	2–3 000	–	1–2 000	–	–
	marcat	–	3–5 000	–	–	–
10–15 000	nemarcat	2–3 000	–	3–4 000	–	1–2 000
	marcat	–	3–4 000	–	3–4 000	–
15–20 000	nemarcat	2–3 000	–	3–4 000	–	1–2 000
	marcat	–	3–5 000	–	3–5 000	–

În prezent, cunoscîndu-se un mare număr de izotopi radioactivi, s-a creat posibilitatea alegerii acelor izotopi ale căror caracteristici corespund scopului propus. În practică se utilizează izotopi radioactivi cu timpi de înjumătăţire de ordinul zilelor sau chiar al anilor, rezultînd de aici că deşeurile radioactive din şantierele de petrol constituie o problemă de care trebuie să se ţină seama.

tivi în timpul transportului de la conteiner la vasul unde trebuie preparată soluţia ; în timpul presării în strat prin spargerea unei garnituri de la o flanşă ; în timpul spălării inverse se întîmplă să fie scoasă la suprafaţă o parte din cimentul contaminat cu substanţe radioactive sau o parte din soluţia marcată folosită. Aceste deşeuri captate în beciul sondei sau la diverse distanţe de gura puţului pot constitui focare

de iradiere pentru personalul care lucrează la sondă.

Iradierea se poate datora unei expuneri externe sau interne.

Pentru calculul dozei posibil de încasat de un muncitor care lucrează efectiv timp de opt ore la o distanță x de o sursă de activitate Λ se va utiliza relația:

$$D = \frac{\Lambda \cdot K_\gamma \cdot t \cdot 10^3}{x^2} \text{ în (mR/d) sau (mrem/d)}$$

în care:

Λ este activitatea totală a deșeului respectiv;

K_γ — constanta de ionizare care include energia radiației izotopului respectiv, precum și coeficientul de absorbție în aer;

t — timpul de expunere;

x — distanța dintre om și sursă.

În tabela 3 se arată doza posibil de încasat de un muncitor aflat la o anumită distanță de sursa de radiații formată din diverși izotopi radioactivi și cu o anumită activitate totală.

Tabela 3

Nr. crt.	Cantitatea de reziduu, l	Activitatea specifică		Activitatea totală	Doza în mrem/d la distanțele					Doza admisă
		μCu/l	Cu/l	mCu	100 cm	200 cm	500 cm	1 000 cm	2 000 cm	5 mrem/d
Izotopnl radioactiv folosit $_{27}Co^{60}$ cu K_γ = 13,2 R/h										
1	10	5	5.10^{-6}	0,05	0,53	0,132	0,0213	0,0053	0,0013	
2	5 00	5	5.10^{-6}	2,5	26,5	6,62	1,06	0,26	0,0662	
3	1 000	5	5.10^{-6}	5	53	13,2	2,12	0,53	0,132	
4	5 000	5	5.10^{-6}	25	264	66	10,6	2,64	0,66	
5	10 000	5	5.10^{-6}	50	530	132	21,2	5,3	1,32	
Izotopul folosit $_{30}Zn^{65}$ cu K_γ = 2,85 R/h										
1	10	5	5.10^{-6}	0,05	0,117	0,03	0,004	0,0011	0,0003	
2	500	5	5.10^{-6}	2,5	5,7	1,43	0,23	0,057	0,014	
3	1 000	5	5.10^{-6}	5	11,7	2,85	0,46	0,117	0,0285	
4	5 000	5	5.10^{-6}	25	57	14,4	2,3	0,57	0,143	
5	10 000	5	5.10^{-6}	50	117	28	4,6	1,17	0,285	
Izotopul radioactiv folosit K^{42} cu K_γ = 1,906 R/h										
1	10	5	5.10^{-6}	0,05	0,0768	0,019	0,003	0,0007	0,0002	
2	500	5	5.10^{-6}	2,5	3,83	0,955	0,153	0,04	0,009	
3	1 000	5	5.10^{-6}	5	7,68	1,9	0,31	0,076	0,019	
4	5 000	5	5.10^{-6}	25	38,3	9,55	1,53	0,384	0,095	
5	10 000	5	5.10^{-6}	50	76,8	19	3,1	0,768	0,19	
Izotopul radioactiv folosit $_{11}Na^{24}$ cu 19,06 K/h										
1	10	5	5.10^{-6}	0,05	0,768	0,2	0,03	0,007	0,002	
2	500	5	5.10^{-6}	2,5	38,3	9,55	1,53	0,383	0,095	
3	1 000	5	5.10^{-6}	5	76,8	19	3,1	0,768	0,2	
4	5 000	5	5.10^{-6}	25	383	95,5	15,3	3,84	0,955	
5	10 000	5	5.10^{-6}	50	768	190,6	31	7,68	1,9	

Cifrele de deasupra liniei îngroşatere prezintă valori sub doza admisă, iar cifrele de sub linia îngroşată reprezintă doze mai mari decît cea admisă.

Se constată că în cele mai multe cazuri valorile sînt sub doza admisă.

Totuşi, pentru a se evita complet orice iradiere a personalului prin deşeurile rezultate, trebuie luate măsuri pentru evacuarea acestora.

Apele radioactive, deci şi deşeurile radioactive sub formă lichidă, prezintă o compoziţie extrem de variată după locul lor de proveniență. Aceste ape pot conţine izotopi emiţători de radiaţii α, β, γ. În funcţie de activităţile pe care le prezintă aceste ape, ele se pot clasifica în :

ape reci care au conţinut radioactiv de 10^{-7} μCu/cm^3;
ape călduţe care au conţinut radioactiv de 10^{-7} 1 μCu/cm^3;
ape calde care au conţinut radioactiv de 1 μCu — 1 mCu/cm^3;
ape fierbinţi care au conţinut radioactiv > 1 mCu/cm^3.

Deşeurile radioactive din şantierele de petrol se pot include în categoria ape reci. În funcţie de radiotoxicitatea izotopului radioactiv conţinut se stabilesc modul de tratare a acestor ape, precum şi gradul de decontaminare necesar.

Contaminarea radioactivă se poate prezenta sub aspecte multiple : cationi, anioni, soluţii neionice, coloizi şi suspensii, soluţii miscibile şi soluţii nemiscibile. Stabilirea concentraţiei maxime permise a substanţelor radioactive în apele curgătoare a preocupat forurile competente din numeroase ţări cu o industrie atomică dezvoltată.

Depozitarea acestor deşeuri în locuri cît mai ferite de prezenţa umană este o problemă care se impune. Procedeul constă în pomparea acestor deşeuri în şanţuri săpate la suprafaţa terenului sau în puţuri forate la mare adîncime. Acest procedeu se poate aplica numai în cazul în care este exclusă posibilitatea contaminării pînzei de apă freatică. Terenurile în care se pot evacua asemenea ape trebuie să îndeplinească următoarele condiţii :

a) Pînza freatică să se găsească la cîteva sute de metri adîncime.

b) Rocile care alcătuiesc formaţiunea să aibă capacitate mare de schimb ionic.

c) Viteza apelor subterane să fie foarte mică, regiunea să fie aridă, să nu fie tectonizată, bazinele de apă (rîuri, lacuri) aflate în legătură cu pînza freatică să fie la mare depărtare.

Indiferent dacă apele radioactive sînt pompate în puţuri sau şanţuri sau sînt dirijate spre albia unui rîu, ele trebuie diluate pînă la limitele maxime permise pentru apa potabilă, limite stabilite de Comisia internaţională de protecţie radiologică.

În şantierele de petrol situaţia locurilor unde se execută operaţii cu trasori radioactivi este diferită şi în funcţie de aceasta se stabilesc posibilităţile de evacuare a deşeurilor radioactive.

Astfel există sonde izolate unde nu este posibilă evacuarea deşeurilor spre un rîu cu apă în tot cursul anului. În aceste cazuri depozitarea deşeurilor trebuie făcută în batale (gropi) special amenajate.

La alte sonde există posibilitatea evacuării acestor deşeuri spre albia unui rîu.

În şantierele cu sonde mai multe, deşeurile radioactive pot fi depozitate în batale, se pot dirija spre albia unui rîu, dar soluţia cea mai bună este injectarea lor într-o sondă abandonată în straturi la mare adîncime.

Dacă pînă acum operaţiile cu trasori radioactivi în şantierele de petrol au fost mai rare, datorită rezultatelor excelente obţinute, pe viitor se prevede o extindere foarte mare a folosirii izotopilor radioactivi în tehnologia forajului şi extracţiei.

Evacuarea îndelungată a deşeurilor radioactive în batale de suprafaţă poate duce în timp la apariţia unor depozite radioactive, datorită acumulării treptate a florei şi faunei acvatice pe fundul acestor batale.

Din cauza ploilor, batalele pot deversa, iar o parte din aceste reziduuri radioactive pot să se răspîndească pe ogoare, poiene, fînеţuri, şi astfel să intre în circuitul de alimentare a animalelor, făcînd posibilă pătrunderea lor în corpul omului.

Rezultă deci că evacuarea deşeurilor radioactive fără respectarea anumitor norme poate prezenta, la un moment dat, un pericol social, motiv pentru care se impune găsirea soluţiilor celor mai eficace de îndepărtare a lor, sau de neutralizare a efectelor dăunătoare. Pentru aceasta se recomandă :

— Diluarea cu apă a deşeurilor radioactive pînă sub limitele admise, lucru posibil numai în anumite cazuri.

— Transportarea şi depozitarea deşeurilor radioactive într-o sondă respectînd condiţiile arătate mai sus.

În primul caz, chiar dacă activitatea acestor deşeuri este sub limita admisă, depozitarea trebuie să se facă în batale bine amenajate, avînd fundul şi pereţii căptuşiţi cu un strat de argilă gros de 3—5 cm, excluzîndu-se astfel posibilitatea infiltrării prin pereţii batalului.

Problema depozitării într-o sondă se pune în special pentru acele deşeuri care nu pot fi diluate cu apă sub limita de concentraţie admisă. În această categorie se includ : cimentul contaminat provenit din frezarea dopurilor; nisipul marcat provenit din spălarea sau frezarea dopurilor din coloană sau provenit de la fracturările hidraulice; o parte din soluţia acidă activată rămasă neintrodusă în strat la acidizări şi unde nu există posibilitatea unei diluări pînă sub limita admisă.

Problema protecţiei contra dozei de radiaţii se pune şi în cazul încărcării, descărcării şi transportului acestor deşeuri radioactive.

Admiţînd că există o cantitate de 3 000 l deşeuri radioactive cu o activitate totală de 3mCu,

distanța dintre om și sursă fiind de 1—2 m, iar timpul de expunere de opt ore, aplicînd relația cunoscută:

$$D = \frac{\Lambda \cdot K\gamma \cdot t \cdot 10^{-3}}{x^2} \text{ mrem/d}$$

se găsesc valorile din tabela 4.

Tabela 4

Izotopul folosit	Λ, mCu	$K\gamma$	Doza în mrem/d la distanțele:	
			1 m	2 m
$_{27}Co^{60}$	3	13,20	32	7,9
$_{30}Zn^{65}$	3	2,85	7,2	1,7
$_{12}K^{42}$	3	1,906	4,6	1,14
$_{11}Na^{24}$	3	19,06	46	11,4

Analizînd valorile din tabela 3, rezultă că doza admisă este depășită pentru majoritatea izotopilor folosiți, și de aceea se impune realizarea protecției cu ajutorul unui ecran de plumb.

Întrucît folosirea ecranului de plumb la operațiile de încărcare și descărcare este greoaie, se recomandă aducerea deșeului radioactiv în situația de a putea fi pompat, astfel se exclude prezența omului în imediata apropiere.

La executarea operațiilor cu trasori radioactivi se recomandă a se lua și unele măsuri de ordin general:

— La sondă se vor transporta numai substanțe radioactive în cantitate strict necesară și în conteinere prevăzute cu ecrane de protecție corespunzătoare activității substanțelor radioactive care se transportă.

— Manipularea surselor de radiații este permisă numai cu mănuși de cauciuc și folosind dispozitive mecanice.

— Manipularea surselor de radiații deschise se va face cu multă grijă pentru a nu se produce contaminări prin răspîndirea substanței radioactive.

— Orice lucrare cu trasori radioactivi trebuie să se desfășoare după un program stabilit împreună cu reprezentantul schelei. Înainte de introducerea la puț a substanței radioactive se va verifica etanșeitatea întregii instalații la presiunea de lucru ce se va aplica.

— Este obligatorie verificarea gradului de contaminare a locurilor unde s-a lucrat cu substanțe radioactive și a utilajului folosit la operație.

Pentru fiecare operație cu trasori radioactivi se va întocmi o fișă de lucru în care se va specifica denumirea exactă a operației efectuate, menționîndu-se și cantitatea de substanță radioactivă folosită.

În mod obligatoriu, toți cei care iau parte la efectuarea operației trebuie să aibă asupra lor stilodozimetre și fotodozimetre brățară, pentru a se putea înregistra dozele de radiații încasate.

BIBLIOGRAFIE

[1] Oncescu M. *Fizica protecției contra radiației.* Editura Academiei București, 1959.

[2] * * * Analele romîno-sovietice, IDT, 1957, 1961.

[3] * * * Revista Tehnica nucleară, nr. 8, 1957, nr. 5, 1960 și nr. 5, 1961.

[4] Peteu, G. I. *Aplicarea radioactivității în industria de petrol.*

[5] Peteu, G. I. *Aplicarea trasorilor radioactivi în cercetarea și exploatarea zăcămintelor petroliere.*

Producția și exportul de instalații și utilaje complete romînești în continuă dezvoltare

Ing. I. MOREGA

Un indicator sigur al dezvoltării forțelor de producție este ponderea produselor finite în totalul exportului. Și acest indicator este cu atît mai elocvent cu cît volumul total al exportului cuprinde mai multe produse cu un înalt grad de finisare, conținînd o cantitate cît mai mare de muncă vie, calificată și supracalificată. Desigur, printre produsele care satisfac aceste cerințe, pe primul plan se situează instalațiile complete.

Dezvoltarea economică a țării noastre asigură o bază trainică atît pentru creșterea continuă a volumului schimburilor noastre cu străinătatea cît și pentru îmbunătățirea structurii exportului și importului. Ne referim îndeosebi la realizările importante ce au fost obținute în ramurile hotărîtoare, de a căror dezvoltare depind utilarea și reutilarea întregii economii naționale.

În determinarea structurii comerțului nostru exterior un rol important joacă creșterea producției siderurgice și a construcțiilor de mașini cu peste 70%, a industriei chimice cu peste 80% și a producției de energie electrică cu 60% în perioada 1960—1963, perioada primilor trei ani ai șesenalului în curs de realizare.

Astfel de realizări influențează structura importului. Dacă înainte de război Romînia importa 95% din echipamentele industriale ce-i erau necesare, în prezent industria construcțiilor de mașini din țara noastră asigură peste 70% din nevoile interne ale țării, nevoi considerabil mai mari atît în ceea ce privește volumul cît și complexitatea.

În același timp, însă, realizările mai sus-amintite influențează în mod pozitiv și structura exportului, creînd disponibilități ce cuprind o gamă variată de mașini și instalații industriale.

În ce măsură a reușit comerțul nostru exterior să transforme în realități marile posibilități create de dezvoltarea echilibrată, în ritm susținut a economiei noastre naționale?

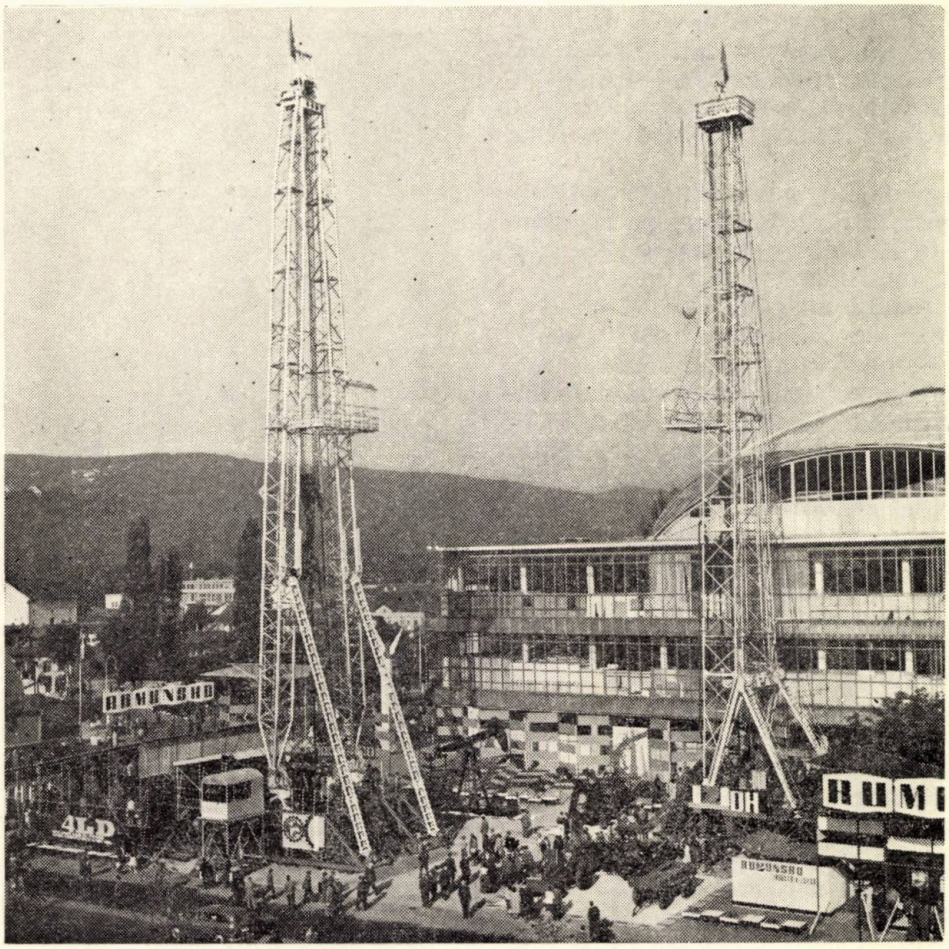
În ceea ce privește volumul total al schimburilor noastre comerciale, acestea s-au dezvoltat cu succes în perioada 1960—1962, înregistrînd un ritm mediu de creștere de 13,6% față de cel de 12,2% prevăzut în planul de șase ani. La fel de semnificative sînt însă și progresele realizate în îmbunătățirea structurii comerțului nostru exterior. Ca urmare a dezvoltării ramurilor hotărîtoare ale economiei naționale, în ultimii ani a crescut simțitor exportul nostru de mașini și instalații complete.

Republica Populară Romînă este cunoscută astăzi în lumea întreagă ca o țară exportatoare de echipament industrial. Întreprinderea de

stat pentru comerțul exterior „Industrialexport", care se ocupă atît cu exportul de fabrici și instalații complete cît și cu acordarea de asistență tehnică pentru montajul, punerea în funcțiune și exploatarea echipamentului livrat, a livrat și continuă să livreze în numeroase

ment, exportă în mod sistematic o parte a producției sale.

Instalații de foraj și utilaje pentru foraj se exportă în țări europene, ca R. P. Bulgaria, R. S. F. Iugoslavia, R. P. Ungară, U.R.S.S., R. S. Cehoslovacă, R. D. Germană, R. P. Po-



Instalația de foraj 4 LD și 2 DH la Tîrgul din Brno din anul 1961.

țări instalații petroliere, rafinării, nave maritime și fluviale, centrale energetice, fabrici de ciment, fabrici chimice, instalații metalurgice și siderurgice, echipament frigorific și alte instalații industriale complexe. În același timp, întreprinderea acordă asistență tehnică și în domeniul cercetărilor geologice și al prospecțiunilor petroliere.

Instalațiile fabricate în Republica Populară Romînă sînt de concepție proprie, bazate pe o îndelungată experiență, procedeele tehnologice fiind studiate în institutele de cercetări, iar proiectele respective fiind întocmite în institutele specializate.

Ne vom limita, în cele ce urmează, să expunem cîteva fapte privitoare la exportul de utilaje și instalații petroliere.

Industria utilajelor petroliere a țării noastre, pe lîngă că satisface în cea mai mare parte necesitățile interne privind acest gen de echipa-

lonă, R. P. Albania, precum și în alte țări, cum sînt : India, Afganistan, Cuba, Argentina, Indonezia, Birmania etc.

În ultimii cinci ani au fost exportate în țările menționate mai sus peste 200 de instalații complete de foraj.

În ceea ce privește asistența tehnică în vederea descoperirii de zăcăminte de petrol și gaze sau extinderii exploatării de zăcăminte existente, industria noastră dispune de specialiști care fac față cu succes acestor sarcini. Pînă în prezent „Industrialexport" a trimis astfel de specialiști în Afganistan, Grecia, Birmania, India, Indonezia, Ghana, unde au obținut rezultate apreciate pozitiv de statele respective.

În Afganistan, de exemplu, tehnicienii și inginerii romîni au adus o contribuție remarcabilă la punerea în valoare a resurselor petroliere existente în acea țară. Rezultatul eforturilor este considerat ca foarte fecund. Primele exploa-

tări petroliere de pe teritoriul afgan la Jatymtagh au scos la iveală „aurul negru", datorită ajutorului dat de specialiștii romîni. Aceștia au fost călduros felicitați de membrii guvernului Afganistanului pentru frumoasele rezultate obținute.

Și în India specialiștii noștri au condus timp de mai mulți ani importante lucrări de foraj, executate cu utilaje romînești atît la Jawalamukhi cît și la Cambay, Ahmedabad și Ankleshvar din Statul Gujerat, regiuni petroliere de o importanță cu totul deosebită pentru economia Indiei.

Pînă în prezent „Industrialexport" a livrat Indiei șapte instalații de foraj echipate cu sculele, piesele de schimb și materialul tubular necesar forării unui mare număr de sonde.

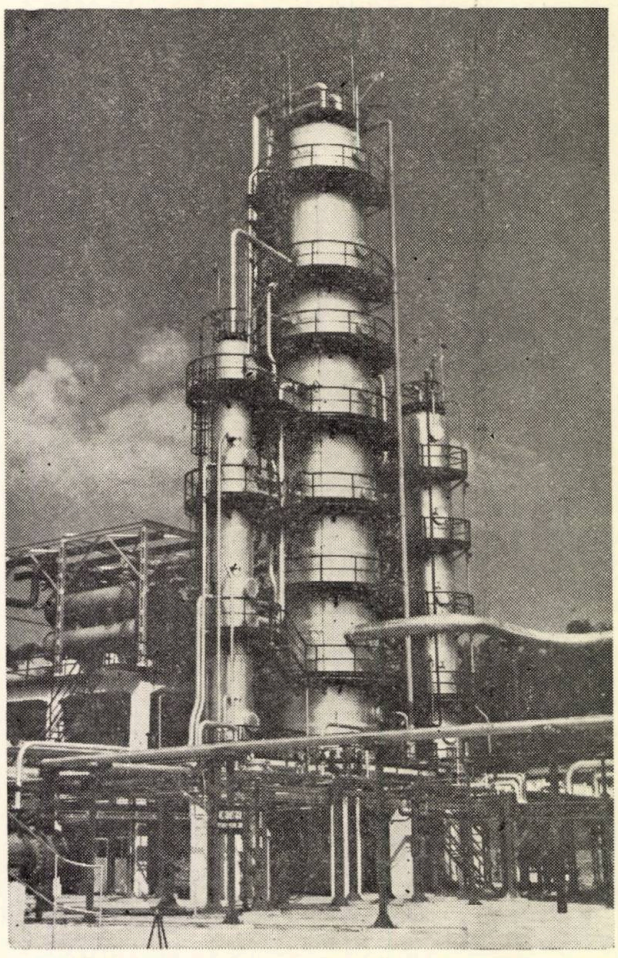
Specialiștii romîni au școlarizat și calificat un mare număr de tehnicieni indieni, astfel încît lucrările de foraj în prezent sînt executate de personal indian, sub îndrumarea unui număr restrîns de specialiști romîni. O colaborare pe aceleași baze se tratează în prezent cu Birmania și Indonezia. Avantajul acestui sistem de lucru constă în aceea că partenerul respectiv reușește să-și formeze în scurt timp un personal tehnic calificat capabil să execute toate lucrările de foraj, punere în producție etc., ceea ce nu se poate realiza atunci cînd se face apel la firme străine în calitate de „contractori". Cheltuielile totale devin astfel mai reduse decît cu oricare alt sistem de lucru, iar un alt avantaj este și acela că, la sfîrșitul lucrărilor, clientul rămîne cu un inventar de instalații, materiale și cu un personal calificat, care îi dă putința să execute lucrări în continuare.

Se poate aprecia fără exagerare că lucrările de foraj executate cu sprijinul tehnicienilor și inginerilor romîni, precum și exportul de utilaje și instalații de foraj fabricate în R.P.R. au contribuit la ridicarea prestigiului internațional al țării noastre. Iată cîteva mărturii în acest sens: în timpul vizitei unei delegații guvernamentale sovietice la Cambay, ministrul indian K.D. Malavyia a declarat textual: „Subliniem recunoștința permanentă a Indiei pentru ajutorul și eforturile Uniunii Sovietice și ale Republicii Populare Romîne fără de care rezultatele obținute în India în exploatarea și tehnologia petrolului nu ar fi fost posibile".

Aprecieri favorabile despre utilajele petroliere romînești și despre ajutorul calificat al specialiștilor noștri au fost făcute și de alte țări. Astfel, referindu-se la posibilitățile industriei producătoare de utilaje și instalații petroliere romînești, ziarul argentinian „Economista" scria:

„Ceea ce este de o mare importanță pentru industria de petrol din Romînia este că ea dispune de o industrie națională modernă pentru fabricarea de utilaj petrolier, care este în măsură să satisfacă nu numai cererile crescînde ale producției locale de petrol, ci să și furnizeze disponibilități la export".

Industria noastră producătoare de utilaje și instalații petroliere nu se mulțumește însă cu rezultatele de pînă acum; ea se preocupă să introducă fără încetare tehnica nouă, să îmbogățească și să perfecționeze produsele sale.



Instalația de distilare atmosferică a Rafinăriei Gauhati—India.

Anul acesta vom putea oferi modele perfecționate de utilaje și instalații de foraj. Astfel, pe lîngă instalațiile de foraj binecunoscute, ca 2 DH (pînă la 2 000 m) și 4 LD (pînă la 3 200 m), se oferă instalația 4 DH, a cărei adîncime de foraj este de 6 000 m, precum și instalația de foraj semitransportabilă pe semiremorcă T-50 și instalația pentru foraj structural S-25. În gama de utilaje de foraj oferite pentru prima dată la export în 1963 citățm: instalația de foraj 3 DH pentru adîncimi pînă la 4 500 m, unitatea de cimentare AC 400 echipată cu o pompă triplex cu plungere, capabilă să dezvolte o presiune pînă la 400 atmosfere, capete de erupție acționate hidraulic, sape de foraj de construcție nouă potrivite pentru orice fel de teren și calculate pentru viteze și apăsări mari, conform exigențelor forajului modern, pompe

de noroi și pompe orizontale cu piston, precum și alte materiale care prin continua lor perfecționare au căpătat caracteristici calitative noi.

Un alt sector în care industria noastră dispune de o vastă experiență este cel al industriei constructoare de utilaje necesare prelucrării țițeiului. Industria noastră este în măsură să livreze la export instalații complete pentru rafinării de diverse capacități de prelucrare.

În urma tratativelor duse între autoritățile indiene și românești, în 1959 s-a încheiat contractul pentru livrarea unei rafinării cu o capacitate de prelucrare de 750 000 t țiței pe an, compusă din următoarele instalații: instalații de distilare primară; instalații de solventare a petrolului cu SO_2; instalații de cocsare întîrziată; instalații de doctorizare a benzinei; instalații de etilare; centrală termoelectrică de 6 000 kW; parcuri de rezervoare; stații de pompe etc.

Echipamentul necesar rafinăriei a fost livrat pînă la finele anului 1960, iar rafinăria a intrat în funcțiune la 1 ianuarie 1962. Construcția, montajul și punerea în funcțiune a rafinăriei au fost executate de partea indiană, după proiectele întocmite în Republica Populară Română, cu asistența tehnică a specialiștilor români. Pe lîngă asistența tehnică acordată, specialiștii români aflați în India au instruit personalul indian necesar pentru exploatarea rafinăriei, iar un număr de 53 de specialiști indieni din cadrele de conducere a rafinăriei au fost școlarizate în R.P.R.

În prezent se tratează extinderea acestei rafinării, care a fost construită la Gauhati, cu o capacitate de 1 250 000—1 500 000 t/an.

Cu ocazia vizitei delegației de stat a Republicii Populare Române în Indonezia, la sfîrșitul anului 1962, în urma negocierilor comerciale duse, s-a convenit ca R. P. Română să construiască la Tjepu — în centrul insulei Jawa — o rafinărie de petrol cu o capacitate de prelucrare anuală de 1 500 000 t.

În prezent se fac pregătirile necesare pentru stabilirea caracteristicilor privind întocmirea proiectului rafinăriei.

Montarea rafinăriei se va executa după același principiu folosit la rafinăria Gauhati din India — adică de beneficiar cu asistența tehnică din partea specialiștilor români.

În prezent se tratează de asemenea construirea unor rafinării cu diverși parteneri.

Pe lîngă instalații de rafinării complete, Industrialexport cooperează cu organizația „Teajpromexport"-Moscova în livrarea utilajelor pentru o rafinărie de 2 000 000 t țiței/an la Barauni—India.

Industrialexport livrează de asemenea utilaje separate pentru rafinării și industria chimică, cum ar fi: coloană de distilare, schimbătoare de căldură, reactoare, recipienți. Volumul acestor lucrări reprezintă pentru acest an și în continuare o pondere importantă în exportul nostru de utilaje.

Instalațiile și utilajele livrate de Industrialexport sînt apreciate pentru calitatea lor și promptitudinea cu care sînt livrate.

Întreaga activitate a întreprinderii Industrialexport este călăuzită de principiile avantajului economic reciproc și de într-ajutorare, principii ce duc la dezvoltarea armonioasă continuă a exportului nostru de instalații și echipamente industriale.

SCURTE ȘTIRI

În cadrul unui nou acord comercial urmează ca U.R.S.S. să furnizeze Braziliei produse petroliere în valoare de circa 20 mil. dolari la un preț inferior prețului mondial.

*

Trei echipe de geologi studiază și prospectează în detaliu structurile geologice ale terenurilor Penjab și Ptwar din Pakistan.

Ei au primit ajutor tehnic din partea Uniunii Sovietice prin materiale și specialiști.

*

În Iran s-a descoperit de curînd că sonda nr. 3 situată în Bibi-Hakimeh a atins un important zăcămînt de petrol. Sonda a fost încercată, și producția sa a fost evaluată la 4 000 t/zi. Acest zăcămînt este situat la aproximativ 20 mile la sud-est de Gatchsaran.

*

Un nou zăcămînt de petrol a fost descoperit la 1 700 m adîncime în regiunea Kurtalan-Garzan, în partea de sud-est a Turciei. Debitul este evaluat la 30 t/zi.

*

Specialiștii sovietici vor efectua la Baku un foraj de adîncime pînă la 7 200 m.

Metodele de foraj preconizate sînt următoarele: primii 4 000 m se vor fora rotativ, în continuare, cu turbina pînă la 5 500 m și apoi din nou cu foraj rotativ pînă la adîncimea finală de 7,2 km.

*

O nouă turbină de foraj a fost prezentată de un specialist sovietic. S-a încercat la adîncimea de 4 000 m cu o apăsare pe sapă de 25 t. Viteza de avansare este de zece ori mai mare decît cu turbinele obișnuite, cu toate că straturile traversate au fost constituite din roci foarte dure. Momentul obținut la turbină este mult mai mare, în urma modificărilor realizate la profilul paletelor turbinei și la lagărele axei.

*

O nouă rafinărie, care va fi construită în Congo, va avea o capacitate de 12 000 b/j și va costa circa 10 milioane dolari.

Cronica

Exponate la Muzeul republican al petrolului

Muzeul republican al petrolului din Ploiești prezintă prin diferite exponate, ca: utilaje, machete, fotografii, desene, hărți, grafice, istoricul dezvoltării industriei petrolului din țara noastră din cele mai vechi timpuri pînă în zilele noastre. Vizitarea muzeului de către zeci de mii de oameni ai muncii din țară și oaspeți de peste hotare aduce o contribuție însemnată atît la cunoașterea evoluției tuturor sectoarelor industriei petroliere în trecut cît și a stadiului de înflorire la care a ajuns în anii puterii populare.

Prin strădania colectivului de muzeografi, an de an, secțiile muzeului sînt completate cu noi exponate. Astfel, documente recent expuse în muzeu pe un panou special înfățișează relațiile romîno-ruse în secolul al XIX-lea. În legătură cu aceste relații „*Nefti i gaz*" nr. 11 din 1961 publică, sub semnătura lui A. A. Ekimov, un articol în care se spune: „Statisticile vamale ale comerțului exterior rus și alte documente ale vremii demonstrează existența unor puternice relații comerciale romîno-ruse, privind țițeiul încă în perioada de început a industriei petroliere românești".

Documentele expuse scot în evidență faptul că în anii 1857—1858 au fost achiziționate de către Rusia primele cantități de țiței romînesc, pentru prelucrarea căruia a fost construită o rafinărie de petrol la Tîrgul Sculeni. Exportul de țiței romînesc în Rusia a sporit apoi an de an, atingînd limita maximă în 1865 și 1867. Cantitatea de țiței exportată s-a ridicat la peste 200 000 puduri de țiței, care, la mijlocul veacului trecut, era o cantitate impresionantă față de producția mondială din acea vreme. Pentru prelucrarea acestei cantități de țiței, în regiunea de sud-vest a Rusiei au fost construite 10 rafinării de petrol. Într-o anexă explicativă a panoului sînt indicate cantitățile de petrol brut care se transportau prin vama Sculeni, începînd cu anul 1857 pînă în 1866. Cantitatea de petrol brut era specificată în „butoaie" sau în „mii puduri".

Sectorul geologic al muzeului s-a îmbunătățit cu o serie de materiale documentare, ca: secțiune prin formațiunile geologice din zona subcarpatică în care se scoate în relief contactul dintre sîmburele diapir de sare și straturile petroliere productive, harta cu domurile gazeifere din Podișul Transilvaniei, publicată în anul 1961, în care sînt conturate detaliat cîmpurile de gaze existente, masivele de sare și alte date geologice care completează această hartă. Printre altele aici se expune și profilul geologic al primei sonde prin care s-a cercetat și exploatat gazul metan în bazinul Transilvaniei.

Tot în acest domeniu, în cadrul muzeului s-a definitivat forma de prezentare a unui album cu fotografii care ilustrează munca de cercetare geologică și de exploatare a gazului metan de la primele începuturi pînă în anii puterii populare, cînd cunoaște o dezvoltare mare.

În domeniul paleontologiei, în cadrul muzeului a fost expusă o celulă micropaleontologică, cu microfosile caracteristice straturilor petroliere din zăcămintele în explorare și exploatare ale țării noastre.

Sectorul de foraj și extracție este prezentat pe larg în cadrul muzeului. Pe lîngă exponatele existente aici au fost expuse: prăjini de lemn utilizate la forajul percutant uscat tip canadian în anul 1915, prăjini Mannesmann pentru instrumentație din anul 1920, pompe cu abur pentru forajul rotativ din anul 1927, o masă Rotary din 1927, un cap hidraulic folosit în țara noastră în anul 1927, precum și alte piese folosite la forarea sondelor de țiței și în extracție.

Istoricul dezvoltării sectorului de foraj-extracție este întregit cu o serie de fotografii cu aspect din munca sondorilor. Sînt înfățișate astfel: extracția de suprafață prin lăcărit cu hîrdăul, manevrarea coloanei la forajul canadian, extracția pompei de adîncime la sondele în extracție și pompaj. Un panou reprezintă evoluția operațiilor de tubaj în exploatarea țițeiului între anii 1900—1962.

Două dintre fotografiile expuse recent prezintă un parc de separatoare gazeițiței și montarea unui cap de erupție la o sondă productivă.

Printre exponatele noi care s-au adăugat în ultimul timp celor existente în domeniul de prelucrare a țițeiului se numără: machetele unor instalații în curs de construcție, aparate de măsură și control, aparate de laborator, produse petroliere și altele. De remarcat că în mare parte machetele sînt confecționate din materiale plastice viu colorate.

Atenția vizitatorilor este atrasă și de macheta, recent expusă, a noii stații de distribuire a produselor petroliere — PECO — de o construcție modernă, dotată cu mijloace înaintate de desfacere a produselor realizate de industria noastră de prelucrare a țițeiului.

În afară de evoluția industriei de petrol din țara noastră muzeografii se ocupă și de colecționarea unor documente străvechi care atestă existența și utilizarea țițeiului. Izvoare deosebit de importante sînt scrierile: „Istorii" a lui Herodot și „Historia naturalis" a lui Plinius cel Bătrîn, care aduc mărturii despre exploatările de smoală și bitum din antichitate. După aceste scrieri au fost realizate fotocopii care în prezent se află în cadrul muzeului.

Munca de descoperire a noi documente legate de dezvoltarea industriei de petrol din țara noastră, de prezentare a marilor înfăptuiri obținute în anii puterii populare continuă pentru ca Muzeul republican al petrolului să fie tot mai folositor în prezentarea cît mai completă a acestui important sector al economiei noastre naționale.

Industria extractivă de ţiţei a Japoniei

Extracţia ţiţeiului şi a gazelor în Japonia are loc în partea de nord-est a insulelor Honsiu şi Hokkaido. Un zăcămînt de ţiţei se exploatează şi pe malul japonez al Oceanului Pacific, în raionul Ciba.

Pe insula Honsiu, ca surse de ţiţei sînt socotite şisturile negre din miocen. Pe insula Hokkaido, acumulările de ţiţei s-au observat în sedimentele din paleogen şi neogen. Pe alocuri aceste acumulări s-au întîlnit şi în sedimentele cretacice.

Zăcămintele de ţiţei de pe insula Honsiu, de obicei sînt nişte cute anticlinale nu prea mari, cu înclinări pînă la 50° şi, de regulă, frămîntate de accidente tectonice. Pe insula Hokkaido cutele anticlinale nu sînt aşa de abrupte ca cele de pe insula Honsiu. Aici se observă structuri formate din blocuri mai mari.

Pînă în ultimul timp, în Japonia au fost descoperite circa 100 de zăcăminte de ţiţei şi gaze. Cel mai mare dintre acestea este zăcămîntul Iabasi, care în prezent dă circa 50% din producţia de ţiţei a Japonici. Acesta are o lungime de peste 9 km şi o lăţime de circa un km.

În acest zăcămînt s-au identificat 12 orizonturi productive; orizontul superior face parte din sedimentele de vîrstă cuaternară şi se află la o adîncime de 90 m.

Orizontul productiv inferior, aparţinînd miocenului, se află la adîncimea de 1 600—1 800 m, iar cea mai adîncă sondă săpată în acest zăcămînt a atins adîncimea de 3 131 m.

Ca rezultat al explorării geofizice primare efectuate în anul 1956 prin metode seismice, în regiunea din apropierea malurilor, s-au conturat circa 10 structuri anticlinale.

În 1959, prin forajul în Marea Japoniei s-a descoperit zăcămîntul Tucizaki, care se găseşte la 2 km de mal, la o adîncime a apei de 14—16 m.

Descoperirea noilor zăcăminte a permis creşterea producţiei de ţiţei în 1961 pînă la 737 800 m³, din care circa 8 100 m³ de condensat.

Fondul sondelor în 1961 era de 4 929 de sonde, din care 2 652 de sonde active de ţiţei şi 1 127 de gaze. În 1961 s-au săpat 181 000 m pentru ţiţei şi 239 000 m pentru gaze.

În 1961 Japonia a importat peste 37,6 mil. m³ ţiţei brut. Industria prelucrătoare de ţiţei din Japonia a prelucrat în acest an 36,6 mil. m³ de ţiţei brut. Astfel, în balanţa ţării producţia de ţiţei proprie este de circa 2%.

Producţia de gaze se evidenţiază doar din 1930. Pînă în 1948 a oscilat între 30 şi 80 mil. m³ pe an, iar din 1948 a crescut vertiginos, ajungînd în 1957 la 210 mil. m³, iar în 1962 la 950 mil. m³ pe an.

Necesitatea dezvoltării rapide a industriei chimice a dus la cerinţe tot mai mari de gaze şi a stimulat lucrările de explorare pentru gaze.

Ponderea folosirii gazului natural ca materie primă pentru prelucrare a crescut de la 21% în 1952 la 65—70% în 1961, din care pentru industria chimică de la 3 la 60—65%. Ponderea prelucrării gazelor la staţiile de dezbenzinare s-a redus de la 18 la 5—6% pentru această perioadă.

După datele din 1959, ponderea folosirii gazelor naturale se caracterizează după cum urmează :

Materii prime pentru prelucrare	65,7%
— în industria chimică	60,5%
— la dezbenzinări	5,2%
Combustibil	34,3%
pentru oraşe	11,7%
pentru uzine	19,1%
consum propriu	2,7%
pentru energie	0,8%

Lucrările de geologie, foraj şi extracţie pentru ţiţei şi gaze, după cum s-a arătat mai sus, sînt dirijate de două firme mari ale Japoniei — firma „Djapeks" şi firma „Teikoku Oil Company".

Extracţia de gaze a firmei „Teikoku Oil Company" constituie 50% din producţia totală a ţării, iar extracţia de ţiţei aproape 90%.

Parcul de granice de foraj pentru forajul de adîncime ţiţei şi gaze al firmei „Teikoku Oil Company" cuprinde 18 instalaţii, din care 14—15 în lucru.

Adîncimea forajului de exploatare variază de la 1 000 la 2 000 m.

Adîncimea maximă la forajul de explorare a atins 4 000 m. Distanţa între sonde la reţeaua de exploatare pentru zăcămîntul de ţiţei este de 200 m, pentru zăcămîntul de gaze de 500 m. Permeabilitatea colectoarelor este foarte diferită şi variază de la 10 la 200 μd. La zăcămîntul Likihara permeabilitatea ajunge pînă la 50 μd.

Zăcămintele sînt mici, de aceea menţinerea presiunii de strat aproape că nu se foloseşte, ea fiind neeficientă din punct de vedere economic.

După calculele japonezilor, coeficientul de recuperare a rezervelor este de 20—40%.

Direcţia principală a activităţii firmei „Djapeks" este realizarea lucrărilor de geologie structurală şi de explorare şi exploatare a zăcămintelor de ţiţei şi gaze descoperite de ea.

În activitatea lor, întreprinderile firmei „Djapeks", datorită realizării cu succes a lucrărilor de geofizică şi cercetărilor geologice, în anii 1956—1960 au descoperit în miocen şi pliocen 19 zăcăminte noi, din care 10 de gaze naturale.

Firma are 13 granice de foraj, din care 10 în lucru.

De la înfiinţarea firmei „Djapeks" cu aceste granice s-au săpat 320 de sonde de explorare şi 150 de sonde de exploatare.

Cu toate că condiţiile de foraj sînt relativ uşoare şi adîncimile sondelor relativ mici, vitezele de foraj comerciale medii sînt de circa 1 300 m/gr lună.

În scopul economisirii suprafeţelor de pămînt, în prezent sondele de ţiţei şi gaze se sapă în majoritatea lor dirijate în tufă. Pe lîngă aceasta se mai practică destul de larg şi exploatarea dual ă, care necesită însă o construcţie mai complicată a sondelor. În general rocile sînt, după tărie, moi şi medii, Se sapă numai cu sape cu role.

Lucrătorii japonezi din foraj acordă o mare atenţie noroaielor de foraj. Ei sînt ajutaţi de reţetele elaborate la laboratoarele centrale pentru cele mai diferite condiţii de lucru. În 70—80% din cazuri în Japonia se folosesc noroaie de foraj standardizate cu următorul conţinut :

Pe bază de argilă: bentonită 80 kg la 1 m³ apă; CMC 2 kg la 1 m³ soluţie; preparatul „Telnait B" 5 kg la 1 m³ soluţie.

Pe bază de argilă şi emulsie de ţiţei: bentonită 60 kg la 1 m³ de apă; CMC 2 kg la 1 m³ de soluţie; petrol brut 100 kg la 1 m³ de soluţie; preparatul „Telnait B" 10 kg la 1 m³ de soluţie.

Preparatul „Telnait B" este un emulgator care reduce şi viscozitatea noroaielor de foraj.

În lupta contra pierderilor de noroi, laboratoarele din Japonia au propus folosirea următoarelor substanţe: neoplex (agent spumos), celarac şi celoseal (produs de celuloză), jelflex (fulgi de celuloză), Kulpak (coji de seminţe de bumbac,) tufplay (praf de coji de nuci), perlit, sura (fibre de in), ogacuzu (rumeguş de lemn), ateu (un fel de turbă) în diferite proporţii.

Pentru forajul structural pe mare, japonezii folosesc două tipuri de instalaţii: una pentru sonde pînă la 100 m adîncime şi a doua pentru sonde pînă la 2 000 m adîncime.

Şi în primul şi în al doilea caz, forajul se face cu instalaţii pentru forajul structural, montate pe fundaţii fixate de fundul mării.

Pentru forajul de mică adîncime, la adîncimea apei pînă la 30 m instalaţia constă dintr-o coloană verticală Ø 1,5 m şi lungime 37 m, care se sprijină pe fundul mării, fiind întărită cu patru întinzătoare fixate, prin ancore, de fundul mării. La capătul de sus al co-

* Din *Neftianoie Hoziaistvo*, nr 2, 1963.

loanei se fixează o platformă prinsă cu buloane. Pe platformă se montează instalaţia de foraj.

Pentru forajul la adîncime mai mare se folosesc instalaţii pentru adîncimea apei pînă la 14,5 m. Aceste instalaţii sînt plutitoare, construite pe şlepuri, de capacitate pînă la 370 t. În stare de plutire, instalaţia se scufundă în apă la 3,6 m. Prin umplerea şlepurilor cu apă, instalaţia se lasă treptat pe fundul mării. Tot sistemul are o structură scufundată destul de greoaie.

Pentru forajul de mare adîncime, dirijat, în tufă, pentru sondele de explorare — exploatare, japonezii folosesc baze metalice din blocuri mari, legate de mal prin estacade şi, de asemenea, folosesc şi un agregat de foraj special, plutitor. Astfel de instalaţii se găsesc în special în raioanele Niigata şi Akita.

Pe o estacadă din raionul Niigata, forajul fiind terminat s-au putut vedea aceste instalaţii, folosite pentru exploatare şi încărcarea tancurilor petroliere maritime.

În Akita sînt astfel de construcţii, pe care, pe lîngă forajul unei sonde dirijate pe aceeaşi estacadă, are loc şi exploatarea celorlalte sonde pe mare, terminate.

Estacade din apropierea oraşului Niigata se situează în raionul zăcămîntului de gaze Kubiki şi are o lungime, de la malul mării, de 288 m. Estacada se termină cu o platformă de foraj de 18,2 × 27,4 m. Adîncimea maximă pe traseul estacadei este la capătul ei, sub platformă, şi nu depăşeşte 5,6 m.

Estacadele japoneze, în general, sînt construcţii complicate, foarte greoaie şi ridică probleme deosebite la montajul lor, din cauza climei şi, mai ales, a ploilor şi taifunurilor foarte puternice în Japonia.

Cînd serviciile meteorologice prevestesc apropierea uraganului, forajul sondelor pe apă se opreşte, fundaţia instalaţiei se ridică la suprafaţă prin golirea şlepurilor de apă şi tot personalul se evacuează pe mal.

Instalaţiile construite în Japonia au rezistat taifunurilor pe mare.

Faţă de cele arătate mai sus, trebuie să menţionăm că perspectiva de a descoperi zăcăminte de ţiţei şi gaze de dimensiuni mari pe teritoriul Japoniei nu este prea mare.

Se poate presupune că prezenţa zăcămintelor mai poate fi semnalată în raioanele marine cu adîncimi ale apei între 100 şi 200 m. Cercetarea şi exploatarea unor asemenea zăcăminte sînt legate de investiţii mari şi greutăţi din punct de vedere tehnic.

Este de menţionat buna organizare a sectorului japonez de cercetări geologice, care se ocupă cu studierea complexă a bogăţiilor naturale pe teritoriul Japoniei şi, mai ales, este de remarcat complexul de lucrări geofizice şi de explorare de-a lungul malului Mării Japoneze.

Dintre mijloacele de geofizică tehnică folosite pe mare apar mai interesante generatoarele de impulsuri cu scînteie electrică şi cu gaze, folosite în calitate de generatoare de unde seismice. Renunţarea la explozii este o măsură foarte importantă pentru protecţia peştelui în apele mării.

Japonezii au creat o staţie oceanică compactă, tranzistorizată, care este superioară celor existente în prezent.

Forajul de explorare şi exploatare are loc pînă la adîncimi de 3 000 m. Totuşi este de menţionat rezolvarea complexă a problemelor tehnice şi a organizării lucrărilor de foraj, cu toate că volumul acestora este oarecum redus.

Aplicarea forajului dirijat în tufă al sondelor în condiţii de platformă este un exemplu demn de urmat, mai ales în combinare cu sonde duale, ceea ce poate constitui un mijloc de folosire mai raţională a rezervelor naturale şi a mijloacelor de construcţii-montaje.

Construcţia de către o firmă japoneză a unei instalaţii plutitoare de foraj pentru forajul sondelor pe mare, la adîncimea apei de 25—30 m, este o realizare interesantă.

În unele cazuri, fixarea pakerelor de aluminiu prin explozia substanţei VV, situate în interiorul pakerului, metodă folosită de japonezi, poate constitui o măsură bună.

Este de menţionat calitatea bună a materialului tubular realizat de uzinele japoneze, printre care ţevi în întregime, tratate termic cu o limită de rezistenţă ridicată, precum şi realizarea unor îmbinări filetate cu o bună ermetizare.

În Japonia sînt de remarcat gradul înalt de utilizare a gazelor de sondă (asociate) şi eficacitatea construirii şi exploatării staţiilor de dezbenzinare, chiar pentru debite mici de gaze.

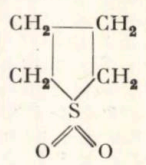
Documentare

Beardmore, F. S. şi Kosters, W. C. G. **Ameliorarea extracţiei de aromatice în unităţi Udex cu ajutorul sulfolanului.** În: Journal of the Institute of Petroleum, ian. 1963, pag. 1.

Procedeul Udex este folosit pentru producţia de aromatice de înaltă puritate prin extracţie cu solvent din fracţiuni de distilare primară sau de la reformarea catalitică. Solventul folosit face parte din grupa glicolilor: dietilenglicol, dipropilenglicol, trietilenglicol sau amestecuri ale acestora.

Recent s-a pus la punct o îmbunătăţire a procesului Udex prin folosirea sulfolanului care este un solvent cu putere de solventare mai înaltă şi cu mai multă selectivitate, fiind în acelaşi timp şi mai stabil la oxidare şi la temperaturi înalte. Procesul cu sulfolan a fost verificat industrial timp de un an, într-o instalaţie nouă de extracţie de 126 000 t/an. Cu mici modificări, procedeul poate fi aplicat şi în unităţi Udex existente.

Sulfolanul este un tiaciclopentan-1,1-dioxid şi are formula:



Proprietăţile sale fizice sînt: punct de fierbere (la presiune atmosferică) — 285°C; punct de congelare — 27,6°C; greutate specifică la 30°C — 1,261 şi la 100°C — 1,201; viscozitatea, în cSt, la 30°C — 8,2 şi la 100°C — 2,1; căldura specifică — 0,3...0,4; indice de refracţie la 30°C — 1,481.

Sulfolanul diferă de glicoli prin: solubilitate mai mare faţă de hidrocarburi, selectivitate mai mare, căldură specifică mai redusă (0,35 faţă de 0,65), stabilitate mai mare la temperaturi înalte şi la oxidare. Modificările care trebuie făcute la o unitate Udex pentru a folosi sulfolan la extracţie nu sînt importante ca volum şi nici în ceea ce priveşte costul lor.

Comparînd rezultatele obţinute cu sulfolan faţă de cele realizate cu glicoli, pentru producerea unui extract de aromate cu puritate de 94% în volume, se observă următoarele (materia primă fiind o fracţiune toluenică de reformare catalitică conţinînd 65% în greutate aromatice): 1) consumul de abur scade de la 0,75 t abur/t materie primă cu glicoli la 0,595 t abur/t materie primă cu sulfolan; 2) se obţine o creştere a capacităţii instalaţiei de 25%; se speră că această sporire va putea fi ridicată pînă la 50%.

Pentru obţinerea unui extract de 99% aromatice, operarea cu sulfolan nu aduce o importantă mărire a consumului de abur.

În concluzie, prin folosirea sulfolanului se obţin două avantaje importante şi anume: un cost de operare mai scăzut şi o sporire importantă de capacitate a instalaţiei Udex cu investiţii de modificare foarte reduse.

* * * **Rafinăria de la Karlsruhe.** În: Petroleum Times, ian. 1963, p. 28.

În sudul Republicii Federale Germane, la Karlsruhe, este în curs de terminare construcţia unei rafinării proiectate pentru o capacitate de 2 000 000 t/an de ţiţei.

Se prevede că ţiţeiul necesar va fi format în majoritate din producţia Africii de nord, în special din Libia; Karlsruhe va fi punctul terminal al unei conducte care va porni de la Marsilia şi prin acest mijloc va fi asigurată şi aprovizionarea cu materie primă.

Ţiţeiul intrat în rafinărie va fi în primul rînd supus distilării primare într-o unitate Lummus. Reziduul va fi supus distilării sub vacuum, în vederea obţinerii de motorină şi de ulei rezidual. Sortimentul principal îl va constitui benzina uşoară care va proveni din distilarea primară şi din două instalaţii de reformare (acestea vor totaliza o capacitate de 500 000 t/an). Se vor putea obţine cifre octanice de peste 100. Pentru desulfurizarea combustibililor uşori şi grei (motorine, păcură), s-au construit două instalaţii de desulfurizare catalitică (Socony Mobil) cu capacitate totală de 700 000 t/an, care va folosi catalizatorul BSF (cobalt-molibden).

În toamna anului 1963 va intra în funcţiune şi o instalaţie de reducere de viscozitate Lummus cu o capacitate de 700 000 t/an, în care se vor produce cantităţi importante de distilate medii. Instalaţia aceasta este cuplată cu o instalaţie de rafinare cu hidrogen pentru produsele cracate. O instalaţie Lurgi va prelucra gazele rezultate din rafinărie. O instalaţie de curăţare a gazelor cu dietanolamină (cu capacitate zilnică de 215 t) va produce hidrogen sulfurat, care va fi transformat în sulf într-o instalaţie Claus. În primăvara anului 1964 va intra în funcţiune şi o instalaţie de bitum cu o producţie iniţială de 100 000 t/an.

Iniţial, producţia anuală a rafinăriei va fi: 500 000 t benzine; 350 000 t motorină; 350 000 t combustibil uşor; 500 000 t păcură şi 70 000 t gaze lichefiate. Consumul propriu al rafinăriei este estimat la 140 000 t/an. Va fi posibil să se folosească păcură sau gaze. La cerere, se pot produce 100 000 t carburant pentru reactoare, în dauna motorinei. Producţia se va expedia din rafinărie astfel: 20—30% prin tancuri fluviale pe Rin, 30—40% pe calea ferată şi 40—50% cu autovehicule. Suprafaţa ocupată de rafinărie este de 290 ha. Pentru ţiţei vor fi patru rezervoare de cîte 40 000 m^3 fiecare. Capacitatea totală a rezervoarelor pentru produse va fi de 300 000 m^3. Au fost construite două rezervoare sferice, fiecare de cîte 3 000 m^3, pentru depozitarea pentanului şi cinci de cîte 2 000 m^3, pentru depozitarea de propan-butan. Pentru finisarea produselor, s-a construit o instalaţie de compoundare complet automatizată. Aproape 95% din răcirea folosită este cu aer, realizată cu dispozitive GEA. Răcirea cu apă este folosită numai în unele scopuri, apa fiind extrasă dintr-un puţ propriu. Alimentarea cu abur şi energie electrică se face de la o centrală proprie cu două cazane de supraîncălzire, fiecare avînd capacitatea de 75 t/h abur, şi cu două turbine cu condensaţie cu o producţie totală de 26 MW.

O atenţie specială a fost dată problemelor de purificare a aerului şi a apei. Apele meteorice şi cele de la prelucrare sînt colectate în sisteme separate. Apele uzate sînt trecute mai întîi printr-un reţinător de produse petroliere, apoi printr-un colector Shell de tip cu placă paralelă, printr-o unitate de floculare cu sulfat de fier şi printr-o instalaţie de epurare biologică. Cele două coşuri ale rafinăriei au o înălţime de 150 m, gazele evacuate sînt tratate într-o unitate de regenerare cu gazometru şi folosite ca combustibil. Aproape 8% din costul investiţiei reprezintă instalaţii pentru purificarea şi evitarea impurificării aerului şi a apei.

H. Holleman: **Contribuţii la calculul conductelor de gaze în legătură cu staţiile de ridicare a presiunii sau conducte paralele.** Erdöl und Kohle, febr. 1963.

Pe baza unor serii de formule, articolul prezintă un caz specific de studiu asupra măririi debitului unei conducte de gaze. Se consideră o conductă cu diametrul de 160 mm şi lungimea de 20 km la o presiune de intrare de 36 ata şi o presiune de sosire de 10 ata.

Studiindu-se, pe de o parte, mărirea capacităţii de transport prin ridicarea presiunii cu ajutorul compresoarelor sau, pe de altă parte, prin construcţia unei conducte paralele se constată următoarele:

1. Ridicarea presiunii de pornire este metoda cea mai simplă şi cea mai ieftină.

2. Ridicarea capacităţii prin staţii intermediare este posibilă tehnic. Aceasta ar da cea mai mică putere instalată.

3. Soluţia cea mai economică este însă construcţia unei conducte paralele.

În exemplu se arată mersul calculului şi se construiesc nomograme care simplifică simţitor mersul calculului.

Knox, A. Slagle, D. K. Smith. **Ciment salin pentru marne şi nisipuri bentonitice.** Journal of Petrol Technology, febr. 1963.

În regiunile în care sînt prezente argile sensibile la apă, în marnele ce separă nisipurile petroliere sau în nisipurile petroliere cimentarea cu ciment salin a dat rezultate bune.

Sarea se adaugă în apa de amestec a cimentului. În cantităţi mici, pînă la 12% în greutate, sarea este un accelerator de priză, în cantităţi mai mari, pînă la saturaţie, ea devine un întîrzietor de priză. În cele mai multe cazuri s-a utilizat apă sărată saturată.

Efectele ce se observă cînd se utilizează apa sărată la amestecul cimentului sînt:

1. Proprietăţi reologice îmbunătăţite: partea de ciment curge mai uşor şi în felul acesta se pot obţine curgeri turbulente în spaţiul inelar cu debite mai mici. Ele rămîn, totuşi, de ordinul a 50 t/s.

2. Este un agent de dispersiune bun.

3. Sarea este compatibilă cu cele mai multe aditive şi în special cu lignosulfonatul, utilizat de asemenea pentru a micşora consistenţa cimentului.

4. Cimentul cu sare face o legătură mai bună cu formaţiunile saline sau marnele ce se umflă şi le afectează mai puţin. Se obţin astfel mai bune închideri de apă şi separaţii între straturile petroliere sau gezeifere.

5. Se obţine o pastă de ciment mai grea, aproximativ cu 0,15 kgf/dm^3, dacă se utilizează apă sărată în loc de apă dulce.

6. Rezistenţa pietrei de ciment se reduce aproximativ la jumătate, dar adaosul de făină de silice permite menţinerea rezistenţei chiar la temperaturi relativ ridicate.

Aplicarea cimentărilor cu ciment preparat cu apă saturată a permis obţinerea de rezultate foarte bune în regiuni unde anterior nu se puteau obţine cimentări primare reuşite şi era necesar să se facă mai multe cimentări secundare pînă să se obţină un rezultat acceptabil.

* * * **Telemetrie şi telecomandă automată pe un şantier petrolier nou în Orientul Mijlociu.** Technique du pétrole, febr. 1963.

Se descriu instalaţiile de telemanevră şi telecomandă în şantierul Um Shaif situat în Golful Persic. Sondele sînt răspîndite pe 195 km^2, pe mare, la aproximativ 100 km de coastă şi 32 km de Insula Das.

Pînă în prezent s-au săpat 11 sonde, dar numărul final va fi de 40. Fiecare puţ debitează într-o conductă submarină care merge pînă la Insula Das.

Capetele puţurilor sînt protejate de cîte un turn metalic ce se ridică pînă la 20 m deasupra apei şi care are sus o platformă pentru helicopter.

Condiţiile ambiante sînt dure. Temperatura se ridică la 51°C şi piesele metalice se încălzesc pînă la 77°C. Vîntul Shomal suflă adeseori cu o viteză foarte mare.

Reţeaua de telemetrie şi telecomandă este bazată pe transmisia prin microunde. Puterea totală necesară la un puţ este de 100 W (curent continuu 24 V) şi este furnizată de baterii de acumulatoare Ni-Fe în dublu şi supuse la un ciclu încărcare-debitare, comandat prin reţeaua de telemetrie. Încărcarea este asigurată de un grup moto-generator cu motor Diesel. Echipamentul relativ la informaţiile pentru supraveghere de pe tabloul de comandă din Insula Das cuprinde:

a) *Telecomandă*: închiderea gurii puţului; inversiunea comutării bateriei; pornirea şi oprirea grupului Diesel.

b) *Telemetrie* : presiunile la capul de erupţie de la fiecare sondă ; presiunea în conductă la fiecare sondă ; tensiunea bateriilor.

c) *Telecomandă de poziţie* : a ventilului de închidere a fiecărei guri de puţ ; comanda motoarelor Diesel (mers-oprire) ; bateria principală sau bateria de rezervă la încărcat.

d) *Telecomanda dispozitivelor de alarmă* : incendiu ; intrusiune ; presiune anormală la gura puţului sau în conductă ; mărire anormală a tensiunii de încărcare a bateriilor. Sistemul lucrează cu viteză mare în banda de 1 200 mHz şi transmite informaţiile sub formă de impulsuri codificate. Se utilizează circuite cu semiconductoare, şi dispozitivul controlează în cîteva secunde toate puţurile.

În camera de comandă se află cîte o lampă verde şi una roşie pentru fiecare sondă. Dacă totul este normal stă aprinsă lampa verde. Dacă s-a produs un deranjament se aprinde lampa roşie şi în acelaşi timp sună o sonerie de alarmă. Telecomanda se efectuează branşînd sistemul pe sonda la care se doreşte să acţioneze.

Staţiunea centrală emiţătoare şi receptoare este prevăzută cu antene reflectoare în fibră de sticlă de 40° deschidere în azimut şi 2°15′ lateral. Aceste antene, protejate cu un ecran împotriva radiaţiilor solare, sînt montate pe vîrful turnului de pe Insula Das şi luminează toate gurile de puţ ale sondelor. Frecvenţa transmisiei este de 9 550 mHz şi impulsurile au o durată de 0,5 μs, cu o putere de vîrf de 2 kW. La fiecare gură de puţ o antenă parabolică de 1,80 m diametru şi 1°15′ deschidere de fascicule primeşte semnalele în microunde, care sînt detectate, amplificate şi reconstituite sub formă de impulsuri de 400 μs şi sînt trimise în sistemul telemetric.

Recenzii

T. PENESCU

Mărirea productivităţii sondelor. Editura tehnică, Bucureşti, 1962, 126 p.

Printre sarcinile măreţe trasate industriei petroliere de Directivele Congresului al III-lea al P.M.R. un loc important revine sporirii extracţiei de ţiţei, care se va realiza şi prin intensificarea extracţiei din sondele vechi. Aplicînd în mod judicios metode moderne de intensificare a afluxului de ţiţei se poate realiza o creştere remarcabilă a productivităţii sondelor şi o reducere a preţului de cost al tonei de ţiţei extras. Pentru a atinge acest scop, autorul prezintă în carte principalele metode perfecţionate de mărire a afluxului de ţiţei.

Pentru a aplica diferite tratamente de fund în vederea măririi productivităţii sondelor sînt analizate cauzele care ar fi putut determina scăderea productivităţii sondei. Această reducere a afluxului de ţiţei se datoreşte existenţei unor rezistenţe la curgerea fluidelor în zona din imediata apropiere a sondei, legate de caracterul geologic al stratului productiv sau de modul de săpare şi de deschidere a stratului productiv. În primul caz existenţa unei rezistenţe la curgere datorită permeabilităţii reduse a stratului productiv se poate remedia prin aplicarea unor operaţii de fisurare hidraulică. Reducerea permeabilităţii zonei din jurul sondei, ca urmare a creşterii rezistenţelor la curgere, se poate datora mai multor factori : umflarea particulelor de bentonit din strat în contact cu filtratul din noroiul de sapă ; pătrunderea particulelor solide din noroiul de foraj în porii stratului ; pătrunderea în strat a impurităţilor din apa introdusă la puţ pentru diverse operaţii sau formarea unor precipitate insolubile ; depunerea de parafine şi cerezine cu punct de topire ridicat în straturile de mică adîncime şi cu temperatură redusă ; consolidarea nisipului cu materiale plastice ; formarea unei zone cu saturaţie mare în apă ; emulsionarea ţiţeiului şi a apei în strat în vecinătatea găurii de sondă ; formarea unei zone cu saturaţie mare în gaze. Modificările în regimul de funcţionare a sondei sînt însoţite de redistribuirea presiunii în zăcămînt. Înregistrînd continuu variaţiile de presiune la talpa sondelor se obţin curbe cu ajutorul cărora se poate stabili relaţia funcţională dintre variaţia presiunii în timp şi proprietăţile fizice ale stratului. Autorul prezintă diverse metode de cercetare a sondelor în condiţii de curgere nestaţionară, pentru a stabili care este metoda optimă de tratare a sondei.

Pentru măsurarea presiunii de fund a sondelor se utilizează manometre de fund ; în lucrare fiind prezentat manometrul de fund diferenţial tip TP — construcţia şi modul de funcţionare —, se arată avantajele utilizării acestuia.

Stabilind motivele care au dus la reducerea productivităţii sondelor se analizează diversele cauze, ceea ce implică şi o cunoaştere amănunţită a „istoricului" sondei. În urma celor stabilite se alege metoda cea mai eficace pentru fiecare sondă. Pentru diverse cauze se prezintă metoda optimă pentru mărirea permeabilităţii în zona din jurul găurii de sondă, şi anume : a) datorită umflării particulelor de bentonit din strat în contact cu filtratul din noroiul de sapă, este indicată o tratare cu o soluţie de clorură de calciu ; b) pentru înlăturarea pătrunderii particulelor solide din noroiul de foraj în porii stratului, se aplică o tratare cu un amestec de acid clorhidric şi acid sulfonic aromatic ; c) în cazul formării unei zone cu saturaţie mare în apă, datorită filtrării apei din noroiul de foraj sau formării unor emulsii de ţiţei şi apă, tratarea cu o soluţie de substanţă tensioactivă duce la refacerea permeabilităţii zonei ; d) dacă s-a redus permeabilitatea în urma formării unor precipitate din filtratul noroiului de foraj, dar stratul productiv are un procent ridicat de carbonaţi, operaţiile de acidizare duc la rezultate bune ; e) pentru îndepărtarea depunerilor de parafine, cerezine în zona din jurul găurii de sondă se procedează fie la topirea acestor impurităţi depuse din ţiţei, cu ajutorul unor încălzitoare electrice, fie la o spălare cu motorină fierbinte ; f) fisurarea hidraulică este eficientă dacă productivitatea redusă a sondei se datoreşte permeabilităţii mici a stratului producător.

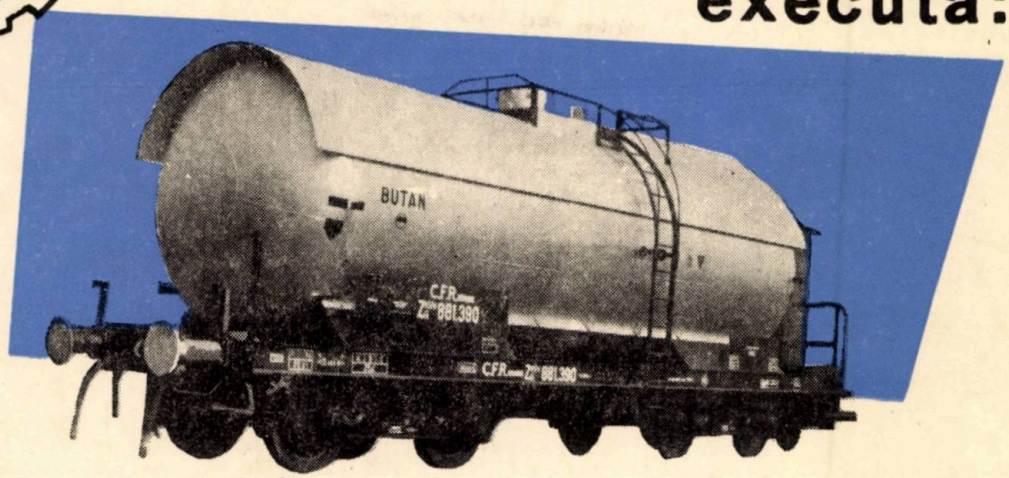
Autorul dezvoltă fiecare din aceste metode în cîte un capitol, expunînd la început pentru fiecare caz o scurtă prezentare teoretică, apoi lucrările de laborator care au dus la stabilirea condiţiilor optime de aplicare a metodei, după care este prezentată larg, cu exemplificări, aplicarea la sonde. Sînt subliniate rezultatele obţinute în urma tratamentului în fiecare caz, arătîndu-se creşterea productivităţii sondei. Pentru fiecare metodă aplicată se arată eficacitatea economică, din care rezultă clar că cheltuielile efectuate cu tratarea se amortizează în cîteva zile de la repunerea sondei în producţie. Autorul acordă o atenţie deosebită tratamentelor termice ale pereţilor găurilor de sondă şi mai ales fisurării hidraulice. Se expun pentru ultima metodă utilizarea izotopilor radioactivi şi metode noi de fisurare — fisurarea multiplă, fisurări selective etc.

Materialul fiind prezentat în carte într-o formă clară, pune la îndemîna celor interesaţi — ingineri şi tehnicieni de la extracţia ţiţeiului — multiple cunoştinţe de o deosebită importanţă practică. Ca atare, scopul propus de autor a fost atins prin această lucrare, care este de un real folos celor preocupaţi de ridicarea productivităţii sondelor.

ORSZÁGOS MŰSZAKI KÖNYVTÁR ÉS DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT 1963

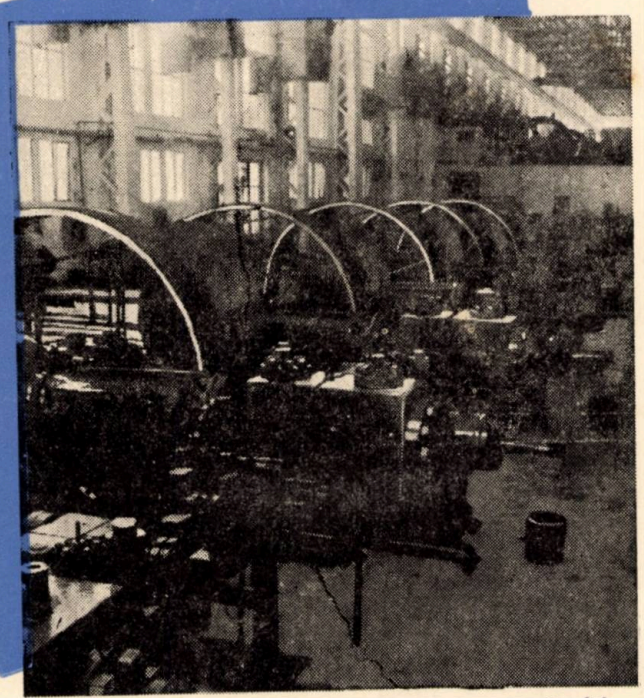
UZINELE 23 AUGUST
BUCUREŞTI

execută:

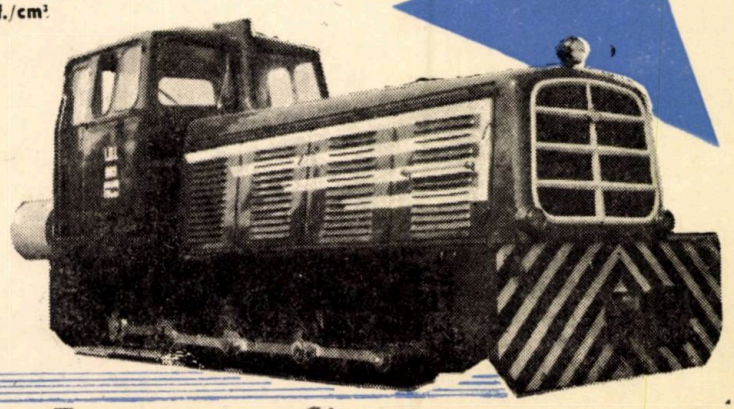


Vagoane cisternă de 50 m³ pentru gaze lichefiate cu boghiu ambutisat şi izolaţie

MOTOARE DIESEL DE LA 100 LA 1 000 CP.
AUTOMOTOARE DE MARE VITEZĂ ŞI CAPACITATE
LOCOMOTIVE DE MANEVRĂ
VAGOANE CISTERNĂ DE 50 m³ PE 4 OSII CU BOGHIU AMBUTISAT PENTRU PRODUSE ALE INDUSTRIEI CHIMICE ŞI PETROLIFERE, CU ÎNCĂLZIRE ŞI IZOLAŢIE.
VAGOANE SIDERURGICE DE 2 × 5,25 m³, 11 m³ ŞI 16 m³ CU COMANDĂ ELECTRICĂ DE LA DISTANŢĂ.
MATERIAL RULANT: FRÎNE CU AER COMPRIMAT.
LINII TEHNOLOGICE DE CIMENT PRIN PROCEDEUL UMED CU CAPACITĂŢI DE LA 300—1 200 t/zi.
ECHIPAMENTE COMPLETE PENTRU FURNALE DE 250, 450, 700 şi 1 000 m.
UTILAJE PENTRU LAMINOARE DE ŢEVI ŞI LAMINOARE DE TABLĂ
APARATAJE DE JOASĂ ŞI MEDIE PRESIUNE ŞI AGREGATE PENTRU INDUSTRIA CHIMICĂ ŞI PETROLIFERĂ
PIESE TURNATE DIN OŢEL, OŢEL MANGANOS, ŞI FONTĂ
PIESE FORJATE LIBER ŞI PIESE MATRIŢATE.
OŢELURI ALIATE DE CONSTRUCŢII, DE SCULE ŞI RAPIDE



Compresoare de recirculaţie pentru sinteza amoniacului
Debit: 100 m³/oră; Presiunea 290—325 kgf./cm²



Locomotivă Diesel industrială de 120 CP.
Ecartament: 760 mm cu transmisie mecanică
Forţa de tracţiune 5 500 kg
Viteză maximă 40 km pe oră; Greutate 20 tone
Sarcină maximă pe osie. 5 tone.

Revista PETROL şi GAZE, organ a Ministerului Industriei Petrolului şi Chimiei şi al Consiliului Naţional al Inginerilor şi Tehnicenilor din R.P.R (C.N.I.T.) Redacţia: Bucureşti, str. Ion Ghica, nr. 3, raion Tudor Vladimirescu, telefon 16.78.78 Revista este editată de Centrul de documentare al industriei petrolului şi chimiei. Abonamentele pentru biblioteci, cabinetele tehnice, individuale se pot achita în numerar sau în contul nostru de virament : Centrul de documentare al industriei petrolului şi chimiei — sectorul publicaţiilor tehnice — telefon 13.52.23, Bd. N. Bălcescu, nr. 16, raion 30 Decembrie, cont 136402 — 17 B.R.P.R., Filiala 30 Decembrie, Bucureşti. Tarif pentru întreprinderi lei 100 anual ; tarif pentru abonamentele individuale : lei 30 anual. Preţul unui exemplar : lei 5. Taxele poştale plătite în numerar conform aprobării D.G.P. Tc. nr.560/ II 759/1962. Tiparul : Întreprinderea Poligrafică Informaţia, Bucureşti — c. 3201

LEI 5

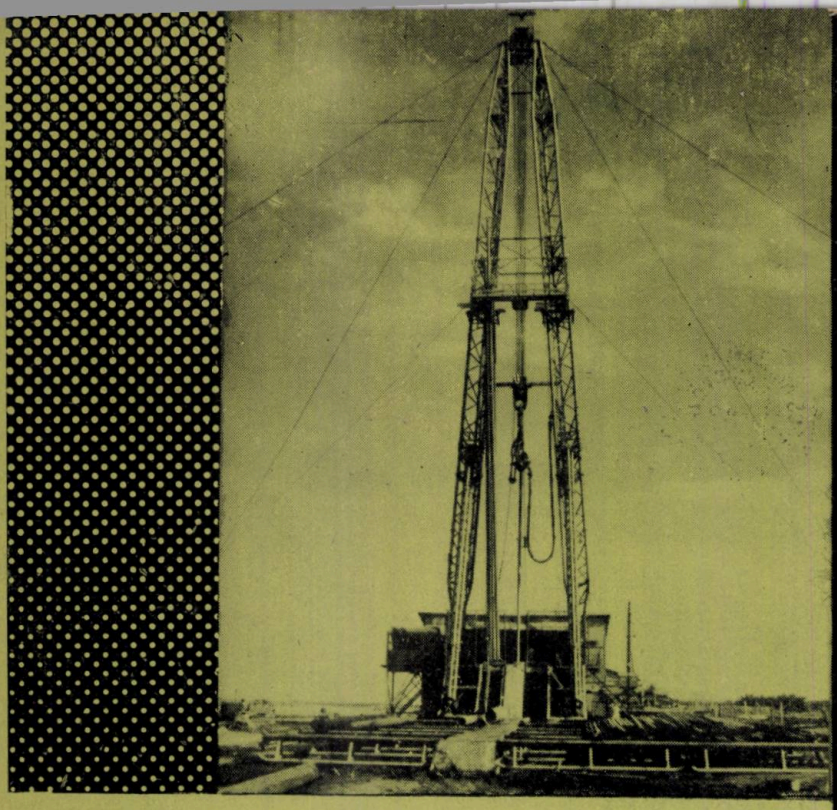
43103

E 1445

petrol și gaze

9

PETROL ŞI GAZE • Vol. 14 • Nr. 9 • P. 421 — 472 • BUCUREŞTI, 1963



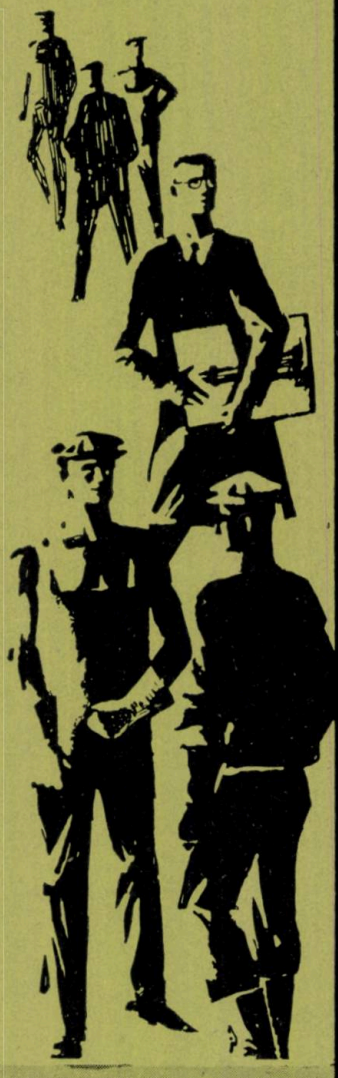
Outillage pétrolier roumain

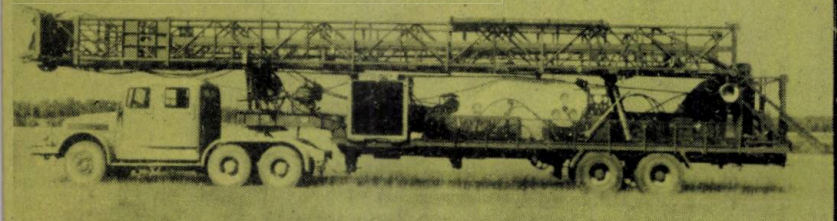
— Installations de forage, actionnées par des moteurs Diesel pour la prospection, l'exploration et l'exploitation à des profondeurs jusqu'à 6 000 m
— Equipement de production
— Outils de forage et d'instrumentation

exportés par:

„INDUSTRIALEXPORT"
Bucarest Roumanie
2, rue Gabriel Péri
Téléphone 116 Télex 224

Sur demande, des spécialistes sont mis à la disposition des intéressés par „Industrialexport" pour des consultations techniques et la mise en fonction des installations.





INDUSTRIALEXPORT

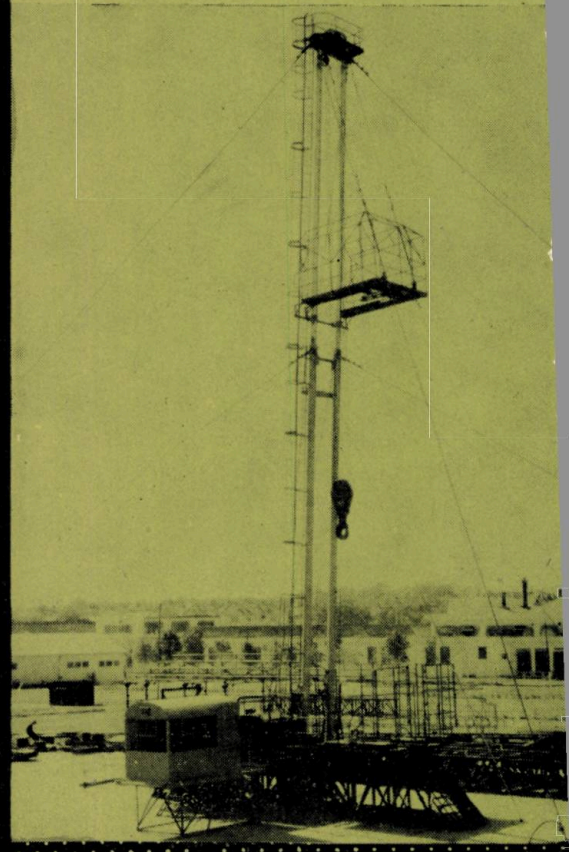
Rumanian oilfield equipmen

— Diesel driven drilling equip ment for prospection, explor ation and exploitation fo depths down 6 000 m
— Production equipment
— Drilling and instrumentation tools

exported by:

„INDUSTRIALEXPORT"
Bucharest Rumania
2, Gabriel Peri Street
Telephone 116 Telex 224

On demand „Industrialexport" put at the disposal of those concerned skillful specialists for technical advices and setting up of installations.



INDUSTRIALEXPORT

E 1445

ORSZÁGOS MŰSZAKI KÖNYVTÁR ÉS DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT 1983

CUPRINS

	Pag.
I. LARI : **Interpretarea cibernetică a funcţionării turbinelor de foraj**	421–427
D. RAŞEEV : **Studiul uzurii pompelor de extracţie**	428–437
A. DRĂGUT, A. BĂLĂCESCU, C. MATEI şi D. ENESCU : **Problemele automatizării în rafinării**	438–442
A. SOARE : **O metodă pentru calculul temperaturilor optime de transport al ţiţeiurilor asfaltoase**	443–447
T. COMĂNESCU, I. HUHULEA, V. NITU : **Consideraţii privind alegerea tensiunii optime de utilizare pentru acţionările electrice în industria extractivă de ţiţei**	448–456
ŞT. TEODORESCU şi M. NICOLESCU : **Elemente de calcul geometric pentru desfăşuratele mantalelor rezervoarelor sferice de presiune**	457–465
DOCUMENTARE	466–468
RECENZII	468–470
INOVAŢII	471
CRONICĂ	472

C O M I T E T U L D E R E D A C Ţ I E

Ing. I. NICULESCU, Laureat al Premiului de Stat, redactor responsabil, ing. GH. ALDEA, ing. I. COSTESCU, ing. V. COVRIG, dr. ing. N. CRISTEA, Laureat al Premiului de Stat, dr. ing. AL. DRĂGAN, ing. I. ISTRATE, ing. G. PACOSTE, ing. N. ROŞCA, ing. I. TOCAN, candidat în ştiinţe tehnice şi ing. A. ZBEREA.

Fotografia de pe copertă reprezintă instalaţia de distilare a uleiurilor de la Rafinăria Teleajen

СОДЕРЖАНИЕ

И. ЛАРИ: **Кибернетическая интерпретация работы буровых турбин** 421—427

Д. РАШЕЕВ: **Изучение износа глубинных насосов** 428—437

А. ДРЭГУЦ, М. БЭЛЭЧЕСКУ и Л. ЕНЕСКУ: **Вопросы автоматизации на нефтеперегонных заводах** 438—442

А. СОАРЕ: **Метод расчета оптимальных температур для транспорта асфальтных нефтей** 443—447

Т. КОМЭНЕСКУ, И. ХУХУЛЕА, В. НИЦУ: **О выборе оптимального напряжения для электроприводов применяемых в нефтедобывающей промышленности** 418—456

Ш. ТЕОДОРЕСКУ и М. НИКОЛЕСКУ: **Геометрические расчетные элементы для развертывания обечаек сферических резурвуаров под давлением** 466—468

ДОКУМЕНТАЦИЯ 468—470

РЕЦЕНЗИИ 471

А. СОАРЕ: **Метод расчета оптимальных температур при транспорте асфальтных нефтей.**

В статье анализируется возможность повышения пропускной способности нефтетрубопроводов посредством повышения температуры перекачиваемого нефтепродукта или давления при перекачке. При сопоставлении этих двух способов установлено преимущество повышения давления при перекачке нефтепродуктов.

Petrol şi Gaze *14* (1963) № 9, стр. 443—447
ДК 664.512.22.002.71

Т. КОМЭНЕСКУ, И. ХУХУЛЕА, В. НИЦУ: **О выборе оптимального напряжения для электроприводов применяемых в нефтедобывающей промышленности.**

В статье дается обозрение современного положения нормализации напряжений, причем указывается основное направление в сторону использования напряжения превышающего 380 в.

Далее показано влияние напряжения на составные элементы электроустановок до 1 000 в.

На основании этих предварительных элементов рассматривается основная проблема относительно главных критериев определения оптимальных напряжений.

В заключение приводится ряд общих критериев выбора оптимального применяемого напряжения, с указанием тенденции в нефтедобывающей промышленности Румынии.

Petrol şi Gaze *14* (1963) № 9, стр. 448—456
ДК 622.276.53: 621.65.004.6

Д. РАШЕЕВ: **Изучение износа глубинных насосов.**

Исследуется износ гильз и поршней глубинных насосов.

Исследования проводились на основании кратковременных и продолжительных испытаний. Установлены методология испытания, влияние различных параметров на результаты испытания пар с высокой износостойкостью в различных условиях работы.

Приводятся результаты исследований относительно способов повышения износостойкости посредством качественного улучшения поверхностного слоя, применения обработки бором, усовершенствования обработки нитрированием и др.

Полученные результаты были подтверждены проведенными на промыслах испытаниями.

Petrol şi Gaze *14* (1963) № 9, стр. 428—437
ДК 622.276.277: 611.3.015

Ш. ТЕОДОРЕСКУ и М. НИКОЛЕСКУ: **Геометрические расчётные элементы для развертывания обечаек сферических резервуаров под давлением.**

В силу ряда техникоэкономических соображений сферические резервуары используются во все более широком масштабе для хранения нефтепродуктов.

В технической литературе вопросы расчёта и конструкции этих аппаратов освещены весьма мало.

В настоящей статье рассматриваются вопросы связанные с конструктивным осуществлением и основами расчёта обечаек, из которых изготовляются сферические поверхности резервуаров для применяёмых в настоящее время типов.

В статье приводится конкретное применение излагаемых методов для случая сферического резервуара для хранения нормального сжиженного бутана объемом в 2 000 м^3.

Petrol şi Gaze *14* (1963) № 9, стр. 466—468
ДК 553.982: 665.5

INHALTSVERZEICHNIS

I. LARI : **Die kybernetische Interpretierung des Betriebes der Bohrturbinen** 421–427

D. RAȘEEV : **Das Studium des Verschleisses der Förderpumpen** 428–437

A. DRĂGUT, A. BĂLĂCESCU und D. ENESCU : **Probleme der Automatisierung in Raffinerien** 438–442

A. SOARE : **Ein Verfahren zur Berechnung der optimalen Temperatur für die Beförderung der asphaltigen Erdöle** 443–447

T. COMĂNESCU, I. HUHULEA, und V. NITU : **Betrachtungen über die Auswahl der optimalen — Nutzspannung für den elektrischen Antrieb in der Erdölförderindustrie** 448–456

ST. TEODORESCU und M. NICOLESCU : **Elemente der geometrischen Berechnung der Evolute des Mantels bei Druck-Kugelbehältern** 457–465

DOKUMENTATION 466–468

BUCHBESPRECHUNGEN 468–470

A. SOARE : **Ein Verfahren zur Berechnung der optimalen Temperatur für die Beförderung der asphaltigen Erdöle.**

Im Aufsatz werden die Möglichkeiten der Steigerung der Temperatur der gepumpten Erdöle oder durch Steigerung des Pumpendrucks analysiert.

Vergleichsweise, scheint die Steigerung der Erdölförderleistung vorteilhafter durch die Steigerung des Pumpendrucks vor.

Petrol și gaze *14*, nr. 9 1963 p. 443–447
DK 665.512.22.002.71

T. COMĂNESCU, I. HUHULEA, V. NITU : **Betrachtungen über die Auswahl der optimalen Nutzspannung für den elektrischen Antrieb in der Erdölförderindustrie.**

Der Aufsatz legt den gegenwärtigen Stand der Normalisierung der Spannung dar, wobei die allgemeine Richtung nach einer Höchstspannung von über 380 V unterstrichen wird.

Fortfahrend wird der Einfluss der Spannung auf die Bauelemente der elektrischen Anlagen bis 1 000 V gezeigt.

Auf Grund dieser einleitenden Elemente wird auf die Behandlung des Grundproblems eingegangen, im Bezug auf die Hauptkriterien zur Bestimmung der optimalen Nutzspannung unter Anführung der Tendenzen in der Erdölförderindustrie der RVR.

Petrol și gaze *14* nr. 9, 1963 p. 448–456
DK 622.276.277 : 621.3.015

D. RAȘEEV : Das **Studium des Verschleisses der Förderpumpen**

Der Verfasser untersucht den Verschleiss der Zylinderbüchsen und der Kolben der Förderpumpen. Die Untersuchungen erfolgten auf Grund kurzer und langenhaltender Versuche. Die Prüfmethodik und der Einfluss verschiedener Parameter auf die Ergebnisse des Erprobung von Elementen mit hoher Verschleissfestigkeit werden für verschiedenen Arbeitsbedingungen dargelegt.

Der Aufsatz enthält die Ergebnisse einiger Untersuchungen hinsichtlich der Mittel zur Steigerung der Verschleissfestigkeit durch die Verbesserung der Oberflächeneigenschaften, durch Borierung, die Verbesserung der Nitrierung usw.

Die erzielten Ergebnisse wurden durch Versuche im Bohrfeld bestätigt

Petrol și gaze *14* nr. 9, 1963 p. 428–437
DK 622.276.53 : 621.65.004.6

ST. TEODORESCU und. M. NICOLESCU : **Elemente der geometrischen Berechnung der Evolute des Mantels bei Druck-Kugelbehältern**

In der technischen Literatur wurden die Berechnung und der Bau von Kugelbehältern wenig behandelt.

Im vorliegenden Aufsatz sind Fragen im Zusammenhang mit dem Bau und der Berechnungsweise der Evolute der Teile dargelegt, aus denen der kugelförmige Mantel der zur Zeit gebräuchlichen Behälter zusammengesetzt ist.

Im Aufsatz wird als Beispiel die Berechnungsweise eines Kugelbehälters für verflüssigtes n-Butan mit einem Fassungsraum von 2 000 m³ angeführt.

Petrol și gaze *14*, nr. 9, 1963 p. 457–465
D.K. 513

SOMMAIRE

I. LARI : **L'interprétation cybernétique du fonctionnement des turbines de forage** ..... 421 – 427
D. RAŞEEV : **L'étude de l'usure des pompes d'extraction** ..... 428 – 437
A. DRĂGUT. A. BĂLĂCESCU et. D. ENESCU : **Les problèmes de l'automation dans les raffineries** ..... 438 – 442
A. SOARE : **Une méthode de calcul des températures optimales pour le transport des pétroles bruts asphaltiques** ..... 443 – 447
T. COMĂNESCU. I. HUHULEA, et V. NITU : **Considérations sur le choix de la tension optimale d'utilisation pour les commandes électriques dans l'industrie extractive du pétrole brut** ..... 448 – 456
ST. TEODORESCU et M. NICOLESCU : **Éléments de calcul géométriques pour les développées des chemises des réservoirs sphériques de pression** ..... 457 – 465

DOCUMENTATION ..... 466 – 469
COMPTES-RENDUS ..... 469 – 470

A. SOARE : **Une méthode de calcul des températures optimales pour le transport des pétroles bruts asphaltiques.**

Le présent article analyse la possibilité d'accroître la capacité de transport par l'élévation de la température du produit pétrolier pompé, ou par l'augmentation de la pression de pompage. Il ressort de l'analyse comparative effectuée qu'il est avantageux d'accroître la capacité de transport par l'augmentation de la pression de pompage.

Petrol şi gaze *14* nr. 9, 1963 p. 443 – 447
C.D. 665.512.22.002.71

T. COMĂNESCU, I. HUHULEA, et V. NITU : **Considérations sur le choix de la tension optimale d'utilisation pour les commandes électriques dans l'industrie extractive du pétrole brut**

L'article présente l'état actuel de la normalisation des tensions, mettant en évidence l'orientation générale vers des tensions supérieures à celle de 380 V.

On indique ensuite l'influence de la tension sur les éléments composants des installations électriques de jusqu'à 1 000 V. Ces éléments préparatoires permettent à l'auteur d'aborder le fond du problème concernant les principaux critériums de la détermination des tensions optimales. avec l'indication des tendances concernant l'industrie extractive du pétrole brut de la R.P.R.

Petrol şi gaze *14*, nr. 9, 1963. 448 – 456
C.D. 622.276.277 : 621.3.015

D. RAŞEEV : **L'étude de l'usure des pompes d'extraction**

On étudie l'usure des chemises et des pistons des pompes d'extraction. Les recherches ont été effectuées par des essais de courte et de longue durée. On a établi la méthodologie d'essai et l'influence des différents paramètres sur le comportement des couples hautement résistants a l'usure, dans diverses conditions de travail. On présente les résultats des recherches concernant les moyens d'accroître la résistance à l'usure par l'amélioration de la qualité de la couche superficielle, l'application du bore, l'amélioration du traitement de nitruration, etc.

Les résultats obtenus ont été confirmés par des essais effectués au chantier pétrolier.

Petrol şi gaze *14* nr. 9, 1963 p. 428 – 437
C.D 622 276 53 : 621.65 004 6

ST. TEODORESCU et M. NICOLESCU : **Éléments de calcul géométriques pour les développées des chemises des réservoirs sphériques de pression**

La littérature technique contient peu de références sur les problèmes de calcul et la construction des réservois sphériques.

Le présent article expose les problèmes relatifs à la réalisation constructive et aux bases de calcul des développées des goussets dont sont réalisées les surfaces sphériques des chemises des réservoirs pour les types utilisés jusqu'à présent.

L'article contient l'application pratique des méthodes exposées au cas d'un réservoir sphérique, d'un volume de 2 000 m^3 pour le stockage du n-butane liquéfié.

Petrol şi gaze 14 nr. *9*, 1963 p. 457—465
C.D. 513

CONTENTS

. LARI : **The cybernetic interpretation of the work of drilling turbines** ..... 421 – 427
D. RAȘEEV : **Studying the wear of extraction pumps** ..... 428 – 437
A. DRĂGUT, A. BĂLĂCESCU and D. ENESCU : **Automation problems in refineries** ..... 438 – 442
A. SOARE : **A method of calculating the optimum temperatures for the conveyance of asphaltic crude oils** ..... 443 – 447
T. COMĂNESCU, I. HUHULEA, and V. NITU : **Considerations on the choice of the optimum utilization tension for electric drives in the oil extractive industry** ..... 448 – 456
ST. TEODORESCU : **Some geometric elements for calculating the jacket evolutes in spherical pressure tanks** ..... 457 – 465

DOCUMENTATION ..... 466 – 469
REVIEWS ..... 469 – 470

A. SOARE : **A method of calculating the opt mum temperatures for the conveyance of asphaltic crude oils**

This paper analyses the possibility of increasing the transport capacity by raising the temperatures of pumped oil products or by augmenting the pumping pressure. It has been found from the comparative analysis of these methods that it is advantageous to increase transport capacities by raising the pumping pressure.

Petrol și gaze *14*, nr. 9, 1963 p. 443 – 447
D.C. 665.512.22.002.71

T. COMĂNESCU, I. HUHULEA, and V. NITU : **Considerations on the choice of the optimum utilization tension for electric drives in the oil extractive industry.**

The paper describes the present stage of tension normalizing, emphasizing the general trend towards tensions higher than 380 V. The influence of tension on the components of electric installations up to 1000 V is then pointed out. After discussing these preliminary elements one deals with the basic problems concerning the main criteria for the determination of optimum tensions as well as the trends of the crude oil extractive industry of the R.P.R.

Petrol și gaze 14 nr. 9, 1963 p 448 – 456
D.C. 622.276.277 : 621.3.015

D. RAȘEEV : **Studying the wear of extraction pumps**

The wear of jackets and pistons in extraction pumps has been studied on the basis of short and long term tests which allowed to establish the testing methodology as well as the influence of several parameters on the behaviour of high wear resistant couples under various working conditions. Results are given of studies concerning the ways of increasing the wear resistance by improving the quality of the surface layer, boron applying, improving the nitriding treatment etc.

The results obtained have been confirmed by oilfield tests.

Petrol și gaze *14*, nr. 9, 1963 p. 428 – 437
D.C. 622.276.t53 : 621.650.004.6

ST. TEODORESCU and M. NICOLESCU : **Some geometric elements for calculating the jacket evolutes in spherical pressure tanks**

The calculus and constructive problems relating to spherical pressure tanks are little discussed in the technical literature. This paper deals with the problems of the constructive realization and calculus bases of spherical surfaces of tank jackets as far as presently used types are concerned. The methods described are illustrated by a practical example concerning a spherical tank of a capacity of 2 000 cu m for storing liquefied n-butane.

Petrol și gaze 14 nr. 9, 1963 p. 457 – 465
D.C. 513

EXTRACTED FROM FAMOUS RUMANIAN LOW-SULPHUR-CONTENT CRUDE OI

RUMANIAN OTTO-CYCLE FUELS

FILL THE MOST EXACTING REQUIREMENTS

EXPORTERS

PETROLEXPORT

42, 6 Martie Blvd.

BUCHAREST—RUMANIA

- Natural Octane Numbers between 70 M and 90 R. High sensitivity to anti-knock additive: a TEL additive not exceeding o.6 per cent produces CO 100 R gasolines.
- Adequate distilation graph ensures easy starting and complete fuel combustion.
- Good chemical stability and low sulphur content (max. 0.1 per cent) effect savings by prolonging the engine's normal working life.
- Otto-Cycle Fuels are supplied in oil tankers and cisterns.

petrol și gaze

ANUL XIV Nr. 9 SEPTEMBRIE 1963
ORGAN AL MINISTERULUI INDUSTRIEI PETROLULUI ȘI CHIMIEI ȘI AL CONSILIULUI NAȚIONAL AL INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN R. P. R.

ORSZÁGOS MŰSZAKI KÖNYVTÁR DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT 1883

Interpretarea cibernetică a funcționării turbinelor de foraj

Ing. I. LARI

1. GENERALITĂȚI

Prin ansamblul de idei numite generic „cibernetică" se relevă complexele corespunzătoare unor moduri generale de studiu și tratare atît a sistemelor de comandă și control cît și a sistemelor care se autoorganizează. În acest sens general, un sistem economic, un organism viu, o mașină electronică de calcul, o instalație tehnologică destinată efectuării unui proces productiv și constituind un sistem dinamic complex, a cărui stare variază în funcție de natura acțiunilor exterioare sistemului, constituie unele dintre obiectele de cercetare ale ciberneticii.

Caracteristica fundamentală specifică ciberneticii constă în faptul că abordarea problemelor prin metodele ciberneticii are un *caracter informațional* [1]. Aceasta în sensul că în cea mai generală accepțiune, informația — ca noțiune —, reflectînd și reprezentînd însăși măsura variațiilor și a schimbărilor care se produc în desfășurarea diferitelor procese, constituie pivotul de bază al construcțiilor cibernetice.

Sistemele cibernetice sînt în general transformatoare de informație. Aceasta în sensul că sistemul posedă capacitatea de a primi informații din mediul exterior, de a le transforma în conformitate cu procesele specifice sistemului său de lucru și de a reda informația transformată de el mediului exterior pentru realizarea unui proces oarecare. Este evident că, în acest sens, turbinele de foraj sînt sisteme cibernetice de transformare a informației avînd o „intrare" și o „ieșire".

Aplicînd la intrarea în turbină un debit $Q(t)$ variabil în timp, turbina în calitatea sa de transformator al informației prelucrează și redă final această informație mediului exterior sub formă de moment de rotație, pentru a realiza acționarea sapei.

2. ANALIZA INFORMAȚIONALĂ A SISTEMULUI DE ACȚIONARE A TURBINELOR DE FORAJ

Oricare ar fi instalațiile de acționare a pompelor și, implicit, a turbinelor de foraj, sistemul instalație de acționare — pompe — turbine de foraj este în ultimă analiză un sistem de comandă și control.

Variația în raport cu timpul a volumului fluidului de foraj care „intră" în turbină este mărimea fundamentală care determină funcționarea turbinelor de foraj.

Este necesar a reliefa că, în toate analizele efectuate, caracteristicile de funcționare ale pompelor de acționare au fost considerate ca posedînd proprietatea de continuitate.

În cazul real al funcționării unei pompe duplex, caracteristica — volum de fluid aspirat și refulat, timp — are un aspect discontinuu, consecință a proprietăților de compresibilitate ale fluidelor de foraj utilizate ca mediu de circulație a „informației'.

Fiind dat sistemul cinematic al pompelor caracterizat prin raza (r) a circumferinței descrise de butonul manivelei și lungimea (L) a bielei, deplasarea (x) a pistonului în funcție de unghiul (α) descris de manivelă este redată de relația:

$$x = r\,(1 - \cos\alpha) + \frac{r^2}{4L}\sin^2\alpha. \qquad (2.1)$$

În conformitate cu această expresie, viteza pistonului — viteza unghiulară ω fiind considerată constantă — este:

$$v = \omega\frac{dx}{d\alpha} = \omega r\left(\sin\alpha + \frac{r}{2L}\sin 2\,\alpha\right). \qquad (2.2)$$

Notînd cu S suprafața pistonului, volumul cilindrului „măturat" de piston fiind redat de relația:

$$V = S\left[r\,(1 - \cos\alpha) + \frac{r^2}{4L}\sin^2\alpha\right] \qquad (2.3)$$

debitul refulat de către pompe are valoarea redată de expresia:

$$Q = S\,\omega r\left(\sin\alpha + \frac{r}{2L}\sin 2\right).$$

Deoarece $\omega = \frac{2\pi}{T}$, iar $\alpha = \omega T$ rezultă:

$$Q = \frac{2\pi}{T}Sr\left(\sin\omega t + \frac{r}{2L}\sin 2\,\omega t\right). \qquad (2.4)$$

Din analiza variației volumului de fluid de foraj refulat de către pompe în desfășurarea temporală corespunzătoare perioadei T se constată că există un timp τ de „insensibilitate". Timpul de „insensibilitate" τ subzistă ca o consecință a existenței unui proces de comprimare a volumului de fluid de foraj supus refulării. Ca o consecință a acestui proces, în durata τ nu este refulată în sistemul de circulație nici o cantitate de fluid.

În conformitate cu expresia (2.4), debitul la intrarea în turbină fiind o mărime variabilă în timp, regimul de funcționare a turbinei nu prezintă caracterul unui regim permanent de lucru. În expresia (2.4) nu apare timpul de „insensibilitate" τ, timp în care nu este refulată în turbină nici o cantitate de fluid de foraj.

Dacă se reprezintă, în funcție de timp, variația volumului de fluid de foraj aspirat — refulat de către pompe și dacă se ia în considerare timpul τ de „insensibilitate", caracteristic oricărei refulări, se constată că regimul de lucru al pompelor are un pregnant caracter nesinusoidal. Regimul de refulare în sistemul de circulație a fluidului de foraj avînd un caracter nesinusoidal, este una dintre cele mai pregnante caracteristici de lucru din cadrul tehnologiei forajului cu turbine de fund.

Regimul de refulare în sistemul de circulație a fluidului de foraj fiind un regim permanent nesinusoidal, rapiditatea de „răspuns" al turbinei la variațiile momentane ale debitului, precum și calitatea amortizării șocurilor sînt elementele principale care asigură o bună funcționare atît a instalațiilor de suprafață cît și a turbinei.

Trăsătura fundamentală a regimului de refulare a fluidului de foraj în sistemul de circulație constînd din existența timpilor de „insensibilitate", notăm cu $F_i(t)$ funcția corespunzătoare proceselor de comandă a pompelor și cu $\varphi(t)$ o funcție definită prin condițiile:

$$\begin{aligned} \varphi(t) &= 0 \qquad t < \tau \\ \varphi(t) &= 1 \qquad t > \tau \end{aligned} \qquad (2.5)$$

În conformitate cu aceste condiții:

$$F_i(t) = t \cdot \varphi(t) \qquad (2.6)$$

are aspectul din figura 1 [2].

Abaterea dintre forma reală a funcției $F_i(t)$ și forma dată de expresia (2.6) o denumim ca fiind eroare de funcționare.

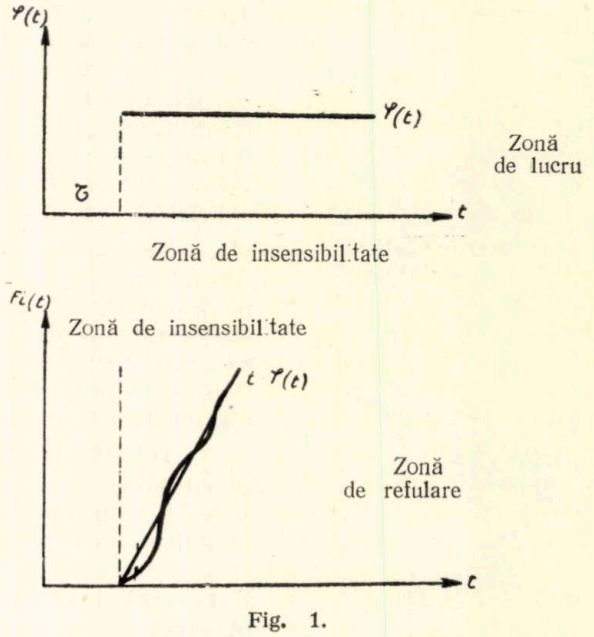


Fig. 1.

În figura 2 sînt redate curbele de variație a debitelor de aspirare-refulare ale unei pompe duplex în funcție de timp, precum și variația în funcție de timp a volumului cumulativ de fluid de foraj refulat în timpul unei curse simple a unui piston.

Este evident că variația în funcție de timp a volumului cumulativ de fluid de foraj refulat în timpul unei curse simple a unui piston are aspectul caracteristic al funcției $F_i(t)$ din figura 1.

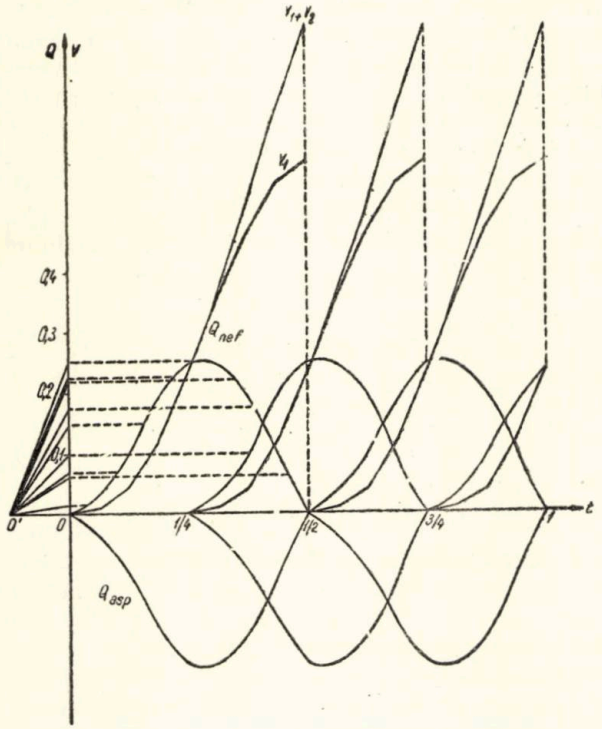


Fig. 2. Q_{ref} — debit refulat; Q_{asp} — debit aspirat. Volumele sînt reduse prin distanța polară OO'.

În figura 3 sînt redate curbele de variație a debitelor de aspirare-refulare în funcție de timp și cele de variație a volumelor cumulative de fluid de foraj rezultate în timpul unei curse simple a unui piston, la pompele triplex.

Comparativ cu pompele duplex, pompele triplex posedă, am putea spune, după pornire o „zonă de permanență" a volumului de fluid refulat. Deși variațiile din această „zonă de permanență" sînt — în aceeași unitate de timp — mai numeroase decît cele existente la pompele duplex, ele au însă variații mult mai mici.

Din această cauză regimul de funcționare a turbinelor este mai eficient dacă pentru acționarea turbinelor se utilizează pompe cu un număr cît mai mare de cilindri.

În ultimă analiză, turbina „traduce" debitul Q într-o mărime de „ieșire", care este măsurată la axul turbinei prin momentul $\mathfrak{M}$. Este cunoscut că din descrierea matematică a funcționării turbinelor de foraj rezultă proporționalitatea dintre pătratul debitului fluidului de foraj intrat în turbină și momentul rotor la axul turbinei. Turbinele de foraj fiind acționate prin fluidele de foraj într-un regim permanent nesinusoidal, care variază rapid, momentul la axul turbinei poate fi determinat din expresia:

$$d\mathfrak{M} = k_1 Q \cdot dQ. \qquad (2.7)$$

Notînd cu M momentul (teoretic) la axul motor al turbinei corespunzător volumului maxim refulat și cu $\mathfrak{M}$ momentul corespunzător volumului refulat de pompe după un timp Δt de la refularea corespunzătoare volumului maxim, este evident că:

$$k_2 (M - \mathfrak{M})\, dt = dQ. \qquad (2.8)$$

Expresiile (2.7) și (2.8) constituie — după părerea autorului — dependențele fundamentale dintre debitul fluidului de foraj pompat într-un regim permanent nesinusoidal și momentul rotor la axul turbinei. În conformitate cu aceste expresii rezultă relația:

$$\frac{1}{k_1 \cdot k_2 \cdot Q} \cdot \frac{d\mathfrak{M}}{dt} + \mathfrak{M} = M, \qquad (2.9)$$

în care raportul $1/k_1 \cdot k_2 \cdot Q$, avînd dimensiunile unui timp, îl definim ca fiind *constanta de timp* a turbinei. Această constantă (introdusă în acest mod în studiul funcționării turbinelor de foraj pentru prima dată) depinde de caracteristicile constructive ale turbinei și debitul

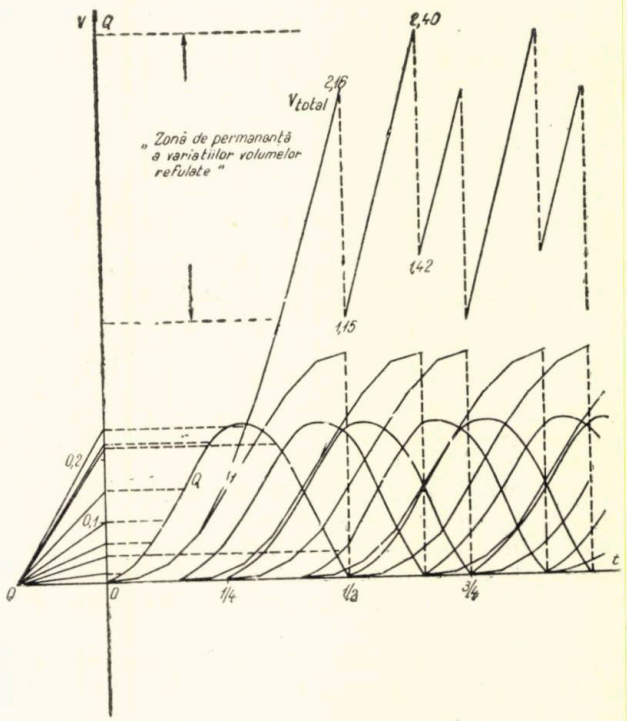


Fig. 3.

de fluid de foraj. Ea reflectă „rapiditatea de răspuns" la variațiile ce se produc la „intrarea" turbinei. Această constantă de timp specifică interpretării funcționării informaționale a turbinelor de foraj necesită un studiu special.

Notînd constanta de timp cu t_0, expresia (2.9) devine :

$$t_0 \cdot \frac{d\mathfrak{M}}{dt} + \mathfrak{M} = M. \qquad (2.10)$$

Prin aplicarea la această relație a transformatei Laplace și a tabelelor de corespondență, se obține :

$$\mathfrak{M}(t) = M\left(1 - e^{-\frac{t}{t_0}}\right). \qquad (2.11)$$

Din această expresie de bază rezultă că pentru $t_0 = t$,

$$\mathfrak{M} = 0{,}63\ M. \qquad (2.12)$$

Așa cum s-a precizat, turbina „traduce" debitul Q într-o mărime de „ieșire" care, conform proceselor de transformare specifice sistemului de lucru al turbinei, este redată la axul rotor sub forma unui moment de rotație.

Prin relația fundamentală (2.12) se relevă că [3] randamentul maxim al turbinelor, consecință a regimului de lucru al pompelor și a modului cum turbina „traduce"-transformă debitul în mărimea de ieșire $\mathfrak{M}$, este de maximum 0,63 M.

În toate diagramele funcționale redate de numeroși cercetători [4, 5] etc. randamentul maxim al turbinelor de foraj nu depășește valoarea de 0,63.

Conform acestor considerații, rezultă că, pentru o analiză cît mai apropiată de funcționarea reală a turbinelor de foraj, este necesar a fi studiate modurile în care turbinele în calitatea lor de transformatoare de informații „traduc" regimurile *permanent nesinusoidale* de pompare în momente de rotație la axul de antrenare a turbinei. Ca un prim rezultat se constată că, datorită acestor regimuri și modului cum turbina „traduce", randamentul maxim este de numai 0,63 din valoarea teoretică corespunzătoare volumului maxim refulat de pompe.

3. TURBINELE DE FORAJ „OPERATORI" DE TRANSFER INFORMAȚIONALI

Informația ca noțiune fiind considerată ca măsură a schimbărilor și variațiilor care se produc în desfășurarea oricăror procese ale naturii, transformatorii de informații prelucrează și transformă, în conformitate cu structurile lor, informațiile preluate din mediul exterior în alte informații, pe care le transferă din nou mediului exterior.

Analizînd variația în raport cu timpul a volumului de fluid intrat în turbină, forma dependenței momentului de la axa turbinei va fi cu atît mai fidelă formei variației volumului în raport cu timpul t cu cît t_0 tinde mai rapid către t.

Considerînd forma dependenței funcționale dintre variația volumului de fluid refulat și timp, redată în figura 2, succesiunii periodice corespunzătoare volumelor de fluid refulat la intervale de timp egale îi corespunde o funcție periodică de timp. Conform proprietăților funcțiilor periodice de timp, succesiunea periodică corespunzătoare volumelor refulate posedă o transformată Laplace. Notăm funcția transformată cu $\varphi(p)$. [Oricărei funcții $f(t)$ nulă pentru $t < 0$ îi corespunde o funcție de variabilă complexă $F(p)$ denumită transformata Laplace a funcției de timp $f(t)$ și care se notează sub forma $F(p) = \mathfrak{L} f(t)$].

În conformitate cu operațiile specifice calculului operațional, funcția transformată $\psi(p)$, corespunzătoare ieșirii din sistemul turbinei a volumului V, este caracterizată de expresia :

$$t_0 [p\,\psi(p) - \epsilon(0^+)] + \psi(p) = \varphi(p) \qquad (3.1)$$

din care pentru $\epsilon(0^+) = 0$ rezultă :

$$\psi(p) = \frac{1}{1 + p \cdot t_0} \cdot \varphi(p). \qquad (3.2)$$

Prin expresia (3.2) se relevă faptul că fiind dată transformata Laplace a funcției corespunzătoare dependenței dintre volumul fluidului refulat și timp $\varphi(p)$, turbina însăși acționează asupra funcției transformate $\varphi(p)$ ca un „operator" de calcul. În acest sens se poate afirma că fiind dată variabilitatea complexă în raport cu timpul a volumului de fluid de foraj intrat în turbină, transformata Laplace a „reacțiunii" turbinei la această „excitație" se obține multiplicînd funcția $\varphi(p)$ cu operatorul :

$$\frac{1}{1 + p \cdot t_0}, \qquad (3.3)$$

denumit funcția de transfer a turbinei. Turbina transferă procesul de variabilitate în timp a volumului de fluid de foraj refulat de pompe într-un proces de variabilitate în timp a momentului la axul turbinei.

Întrucît în figurile 2 și 3 sînt redate reprezentările geometrice ale dependențelor dintre volumele refulate de fluid și timp de la pompele destinate acționării turbinelor, iar turbinele nefiind altceva decît sisteme al căror rol se reduce în a opera asupra funcției $\varphi(p,)$ transformînd-o într-o funcție de forma $\mathfrak{M}(p)$, expresiile fundamentale (2.7) și (2.8) sînt justificate și din punct de vedere practic.

Pentru a reliefa că turbina transferă procesul de variabilitate în timp a volumului de fluid refulat de către pompe într-un proces de variabilitate în timp a momentului la axul turbinei, relația (2.3) poate fi schematizată sub forma :

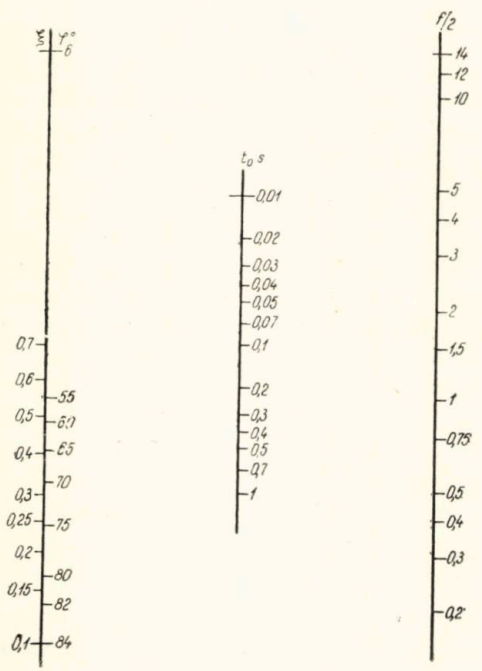
$$\underset{\varphi(p)}{V(t)} \rightarrow \underset{1 + p \cdot t_0}{\overset{\text{Turbină}}{1}} \underset{\psi(p)}{\mathfrak{M}(t)} \rightarrow$$

În acest sens rezultă că ansamblul format din sistemul pompe—turbine constituie o instalație cu o funcționare caracterizată printr-o relație posedînd funcția de transfer :

$$\frac{1}{1 + p \cdot t_0} .$$

Uneori, funcția de transfer este denumită transmitivitate. În conformitate cu această denumire, pe care o considerăm potrivită pentru a analiza ansamblul pompă—turbine, transmitivitatea reflectă modul în care turbina transferă procesul de variabilitate în timp a volumului de fluid refulat de către pompe în variabilitate a momentului la axul turbinei. Este ușor de remarcat că una dintre caracteristicile fundamentale ale sistemului pompe—turbine este redată de către transmitivitate.

Pentru a determina practic valoarea numerică a transmitivității și a aprecia deci funcționarea sistemului pompă—turbină, s-a întocmit nomograma 1.



Nomograma 1.

Nomograma s-a construit considerînd că $p = i\omega$ și notînd în expresia (3.3) factorul :

$$1 + i\,\omega\,t_0 = R\,e^{i\varphi}.$$

Final s-a nomografiat sistemul :

$$\frac{1}{R\,e^{i\varphi}} = \xi\,e^{i\varphi} = \frac{1}{1 + i\omega t_0}$$

Nomograma s-a construit observînd că :

$$\frac{1}{\omega^2 t_0^2} = \operatorname{ctg}^2\varphi, \text{ iar } R = \omega t_0 \sqrt{1 + \operatorname{ctg}^2\varphi}.$$

Întrucît turbina transferă procesul de variabilitate în timp a fluidului de foraj refulat de pompe într-un proces de variabilitate în timp a momentului la axul turbinei, să analizăm nomograma 1, pe care o considerăm că, alături de celelalte curbe caracteristice de funcționare a turbinei, reprezintă una dintre elementele principale ale analizei sistemului de foraj cu turbina.

Să analizăm în primul rînd constanta de timp t_0. Ea este redată conform expresiei (2.9) de raportul* :

$$t_0 = \frac{1}{k_1 k_2 Q} .$$

Din această relație se constată în primul rînd că, pentru debite de fluid avînd valori mici, intrarea în funcțiune a turbinei este întîrziată.

Valorile coeficienților k_1 și k_2, corespunzători elementelor constructive ale turbinelor, ale stării proceselor de prelucrare a suprafețelor paletelor discurilor statoare și rotoare sub acțiunea debitului Q și a rugozității sistemului de circulație a fluidului de foraj, au o mare influență asupra constantei de timp t_0.

Pentru utilizarea practică a nomogramei, se redă următorul exemplu** :

Considerăm $k_1 \approx \frac{1}{6}\ \mathrm{dm}^{-2}$; $k_2 = \frac{1}{2}\ \mathrm{dm}^{-1}$.

Pentru determinarea constantei de timp t_0 fiind necesară determinarea debitului, s-a redat și o nomogramă pentru determinarea debitelor pompelor triplex construite de uzina „1 Mai".

Măsurînd numărul de bătăi duble pe minut, presupunem că s-au obținut 52 de bătăi.

Debitul refulat — conform nomogramei 2 pentru pistoanele de 7 1/4" și considerînd că în cazul cel mai favorabil $\eta_v = 1$ — este de 40 l/s. Cu aceste valori, constanta de timp t_0 este de 0,3 s.

În conformitate cu faptul că pompa este o pompă triplex, numărul de impulsuri generate de pompă în cadrul unei perioade este de 6. Unind, pe nomograma 1, valoarea 6 a frecvenței f cu valoarea 0,3 a constantei de timp t_0, valoarea numerică a lui ξ este de 0,18 $\overline{80°}$.

Conform cu acest exemplu rezultă că turbina transferă procesul permanent nesinusoidal al variabilității în timp a volumului de fluid refulat într-un *proces permanent nesinusoidal al momentului la axul turbinei*. Procesul nesinusoidal permanent al momentului la axul turbinei este decalat cu 80°, iar transmitivitatea turbinei este egală cu 0,18.

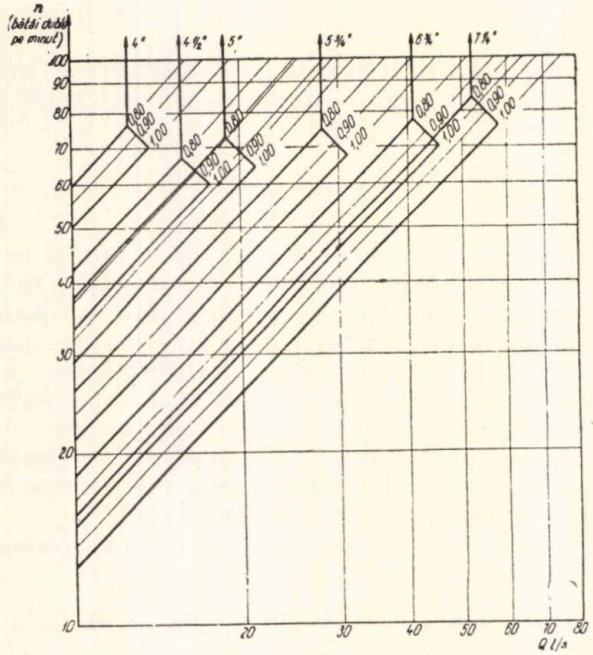
* Valorile numerice ale coeficienților k_1 și k_2 redați de expresiile (2.7) și (2.8) și avînd dimensiunile $[L^{-2}]$ și $[L^{-1}]$ se determină pe bază experimentală din măsurătorile efectuate în conformitate cu primitivele ecuațiilor diferențiale (2.7) și (2.8).

** Valorile numerice considerate în exemplu sînt doar valori pentru exemplificare.

Dacă debitul de refulat este de 50 l/s, valoarea numerică a lui ξ este de 0,23 $\underline{|73°}$.

Din aceste două exemple rezultă:

a) Mărind valoarea numerică a volumului de fluid circulat, funcția de transfer a procesului



Nomograma 2. Pompa triplex 3 P.N-465—1 Mai ($7^1/_4 \times 12$).

permanent nesinusoidal a lucrului pompei la axul turbinei are o valoare mai mare și este mai puțin decalat.

În acest sens rezultă că pentru a micșora valoarea transmitivității s-ar impune o micșorare a debitului. Această soluție nu este indicată întrucît nu se pot realiza momentele rotoare necesare axului de antrenare a sapei.

b) Pentru a realiza o micșorare a transmitivității procesului permanent tranzitoriu al lucrului pompei la axul turbinei și o funcționare lentă a turbinei de foraj simultan cu o mărire a debitului fluidului circulat la puț, este necesar să mărim frecvența *f*.

c) Dintre pompele destinate în prezent echipării instalațiilor de foraj, pompele cele mai indicate pentru acționarea turbinei sînt pompele triplex.

d) Deoarece, așa cum rezultă din succinta analiză efectuată, turbina fiind un „operator" care transferă la axul său procesul permanent nesinusoidal al lucrului pompelor, sapele sînt și ele acționate într-un regim de lucru permanent nesinusoidal, regim care provoacă în complexul lor și al altor cauze avarii.

e) Din analiza caracteristicilor de funcționare, variația debitului refulat de către pompele duplex are valori de pînă la 50%, iar la pompele triplex de pînă la 45% față de debitul minim. La aceste tipuri de pompe, funcția de transfer are valori ridicate. Întrucît funcționarea turbinei și a întregii instalații este legată intim de funcția de transfer, ale cărei valori trebuie să fie cît mai mici posibil, este util ca la forajul cu turbina să se utilizeze pompe cu plonjor, a căror variație a debitului în raport cu debitul mediu nu depășește 8%, față de debitul minim corespunzător numărului de bătăi pe minut.

CONCLUZII

a) Din analiza sumară și orientativă, întreprinsă cu scopul de a reliefa aportul pe care interpretarea cibernetică îl are asupra funcționării turbinelor de foraj în complexul pompe–turbine, se constată că, întrucît regimul de lucru al pompelor este un *regim permanent nesinusoidal*, transmitivitatea acestui regim la axul motor și, implicit, la sape are valori ridicate.

b) Deoarece turbina transferă procesul de variabilitate în timp a volumului de fluid refulat de către pompe într-un proces de variabilitate în timp a momentului la axul rotor al turbinei, este necesar ca debitul prescris în cadrul regimului de foraj, frecvența de propagare a regimului nesinusoidal de refulare a fluidului, coeficienții de prelucrare a suprafețelor paletelor turbinelor și ale rugozităților sistemului de circulație să fie astfel alese încît *funcția de transfer*, adică transmitivitatea la axul turbinei, a regimului permanent nesinusoidal să aibă valori cît mai mici.

c) Dispozitivele de amortizare din cadrul sistemului de circulație a fluidului de foraj sînt necesare pentru protecția contra șocurilor a dispozitivelor de la suprafață. Ele însă nu sînt suficiente pentru a micșora valoarea funcției de transfer.

Pentru ca regimul permanent nesinusoidal al refulării fluidului de foraj să nu influențeze mersul turbinei, ar fi necesar ca un sistem de amortizare să fie prevăzut chiar în interiorul turbinelor.

ANEXĂ

Dacă o funcție $f(t)$ de timp este nulă pentru $t < 0$, atunci acestei funcții îi corespunde o funcție de variabilă complexă $F(p)$, denumită transformata Laplace a funcției $f(t)$ și se notează sub forma:

$$F(p) = \mathfrak{L}f(t); \quad \mathfrak{L}^{-1}F(p) = f(t).$$

Corespondența este biunivocă. Importanța fundamentală a transformate Laplace constă în aceea că studiul oricărui sistem liniar definit prin diferitele sale ecuații diferențiale liniare poate fi redus la studiul unor probleme algebrice simple.

Considerînd expresia (2.10):

$$t_0 \frac{d\mathfrak{M}}{dt} + \mathfrak{M} = M$$

și aplicînd operatorul Laplacean $\mathfrak{L}$ corespunzător formei:

$$\mathfrak{L} = \frac{e^{-pt}}{\frac{d}{dt}}$$

se obține:

$$\mathfrak{L}\left(t_0 \cdot \frac{d\mathfrak{M}}{dt}\right) = t_0 \int_0^\infty e^{-pt}\, d\mathfrak{M} = F(p),$$

din integrarea prin părți rezultă:

$$t_0 p \cdot \mathfrak{L}\mathfrak{M}(t) - t_0\, \mathfrak{M}(0)$$

Momentul M fiind o constantă, se obține:

$$\mathfrak{L}\, M = \frac{1}{p} \cdot M.$$

Cu aceste aspecte de bază *ecuația algebrică* corespunzătoare ecuației diferențiale (2.10) este:

$$t_0 \cdot p \cdot \mathfrak{L}\mathfrak{M}(t) - t_0\, \mathfrak{M}(0) + \mathfrak{L}\mathfrak{M}(t) = \frac{1}{p} M$$

din care rezultă:

$$(1 + p \cdot t_0)\, \mathfrak{L}\mathfrak{M}(t) = \frac{1}{p} \cdot M$$

astfel încît:

$$\mathfrak{L}\mathfrak{M}(t) = M\left(\frac{1}{p} - \frac{t_0}{1 + p t_0}\right).$$

Utilizînd tabelele de corespondență din Manualul inginerului, vol. I., Ed. tehnică, 1954, p. 259, rezultă:

$$\mathfrak{M}(t) = M\,(1 - e^{-\frac{t}{t_0}}.$$

Observație: În Manualul inginerului, vol. 1, p. 259 este dată „tabela originalelor și imaginilor uzuale" ale transformatei Carson (C). Întrucît între transformata Laplace și transformata Carson subzistă relația:

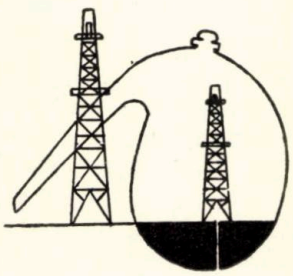
$$p \cdot \mathfrak{L}f(t) = Cf(t),$$

tabela pentru $\mathfrak{L}f(t)$ se obține împărțind valorile transformatei Carson cu variabila complexă p.

BIBLIOGRAFIE

[1] Iaglom, I. M., *Teoria informației*. Gazeta matematică și fizică, seria A., nr. 8, aug. 1961.

[2] Lari, I. *Studiul utilizării optime a puterii instalate la forajul cu turbină*. (Arhiva I.C.F.E., tema 19-c, 1961).



Studiul uzurii pompelor de extracție

Ing. D. RAȘEEV

Una dintre metodele de exploatare simplă și economică a zăcămintelor de țiței este exploatarea prin pompaj, cu ajutorul pompelor de extracție.

Durata de exploatare a pompelor de extracție este limitată de scăderea coeficientului volumetric de pompare:

$$\eta_l = 1 - \frac{Q_{med}}{Q_t}, \qquad (1)$$

în care:

Q_{med} reprezintă pierderile medii de pompare;
Q_t — debitul teoretic de pompare dat de volumul deplasat de piston.

Această scădere este determinată de uzura cămășilor și pistonului pompei.

În lucrare se expun cercetările efectuate privind uzura pompelor de extracție, în special a cămășilor și pistoanelor, precum și căile de creștere a rezistenței respective la uzură și, prin aceasta, creșterea producției și scăderea prețului de cost al țițeiului extras [1—10].

Cercetarea uzurii pompelor de extracție în condițiile reale prezintă dificultăți din cauza unui număr mare de parametri ce influențează asupra uzurii, modificării lor în timp, împrăștierii mari a rezultatelor și, de aici, necesitatea unor încercări de lungă durată cu aplicarea metodelor de cercetare statistică.

De aceea s-a urmărit aplicarea unei metodologii de cercetare care să studieze procesele de uzură a elementelor celor mai solicitate (cămășile și pistonul), folosind la început condiții de încercare simplificate, de scurtă durată (1—2 ore), pe mașină IPG-T-2 [3], [4].

S-a trecut apoi la încercări pe mașini IPG-1-RM [5][6][9], mai apropiate de condițiile reale de funcționare, însă de durată mai mare (300—500 ore). Rezultatele obținute au fost verificate prin încercări executate la schele.

S-a urmărit ca uzura cămășilor și pistoanelor studiată pe fiecare treaptă de cercetare să fie determinată de influența factorilor hotărîtori ai uzurii pompelor de extracție în schele, în condiții din ce în ce mai apropiate de cele reale.

1. CERCETĂRI LA UZURĂ DE LABORATOR DE SCURTĂ DURATĂ [3], [4]

S-a folosit mașina IPG-T-2 (fig. 1), care permite încercarea la uzură în mediu lichid abraziv sau corosiv a unor inele și pistoane fabricate special sau tăiate din cămășile și pistoanele pompelor de extracție, în condițiile unei mișcări de du-te-vino ce imită mișcarea la pompaj.

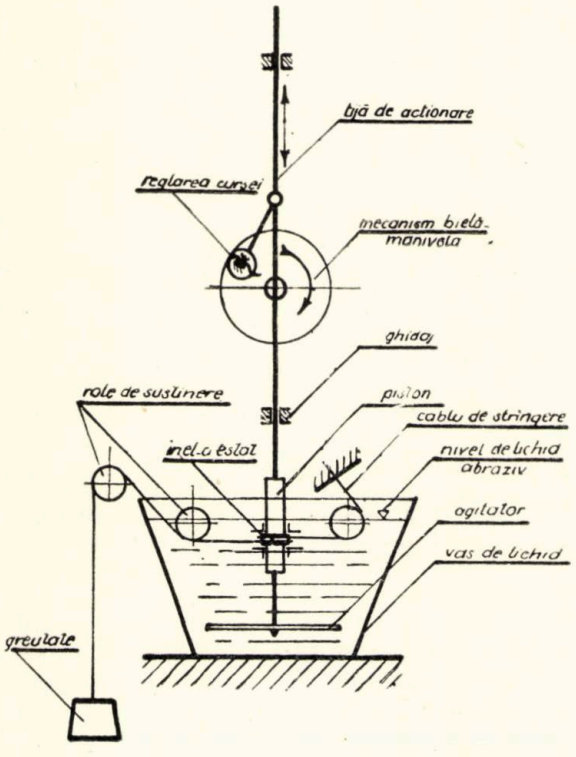


Fig. 1. Schema de principiu a mașinii de laborator tip IPG-T-2 pentru încercări la uzură.

Se folosește inel de lățime h, elastic, crestat, fix, păsuit pe un piston ce execută mișcări de translație (24 ; 38 ; 60 ; 95 ; 141 sau 215 curse duble/min), avînd cursa L reglabilă între 50 și 100 mm.

Inelul de același diametru cu pistonul se strînge prin tensionarea firului, pînă ce se realizează un contact fără presiune între inel și piston.

Presiunea specifică (pînă la $p = 20$ kgf/cm² pentru un inel de 10 mm lățime) între inelul crestat și piston poate fi reglată prin modificarea tensiunii din firul ce strînge inelul.

În calculul presiunii specifice $\left(p = \frac{2\pi F}{S}\right.$ kgf/cm²$\left.\right)$ pe unitatea de suprafață (S — cm²) a pieselor în contact se ia în considerație numai forța (F—kgf) ce se aplică peste tensiunea inițială.

În timpul încercării cuplului, acesta se introduce într-un mediu lichid, agitat continuu, care poate fi la nevoie abraziv sau corosiv.

Uzura elementelor cuplului se determină intermitent, prin cîntărirea la o balanță analitică cu precizia de 0,1 mg.

Criteriile de apreciere a rezistenței la uzură pot fi :

a) Pierderile de greutate pe unitatea de timp a inelului I și pistonului P, în mg/min.

b) Suma pierderilor de greutate pe minut a inelului și pistonului, în mg/min, adică $I + P$.

c) Suma pierderilor de greutate pe minut raportată la unitatea de suprafață a cuplului, în mg/cm².min :

$$I' + P' = \frac{1}{S}\left(I + \frac{h}{L} P\right), \qquad (2)$$

S fiind suprafața inelului, în cm².

Acest criteriu indică influența uzurii suprafețelor de lucru asupra creșterii uzurii radiale, deci indică creșterea jocului în pompa reală.

d) Raportul pierderilor de greutate $\frac{P}{I}$ indică raportul de uzură a celor două piese.

Influența parametrilor încercării asupra uzurii s-a studiat pe inel (cămașă) nitrurat sau cimentat, piston cromat dur, tăiate din piesele pompei P 2 1/2×1 3/4″ (h=4,7 mm). Rugozitatea suprafețelor R=3,2 după STAS 5730-57. Mediul folosit a fost o parte motorină și două părți ulei de transformator, la care s-a adăugat marșalită. Numărul de curse duble a fost de 60, iar raportul $\frac{h}{L} = 0{,}1$. Din încercările efectuate se constată că :

1. Uzura crește o dată cu creșterea cantității de abraziv pînă la circa 20% marșalită, iar de la această valoare crește mai încet.

2. Uzura crește puțin cu creșterea presiunii specifice (fig. 2 și 3).

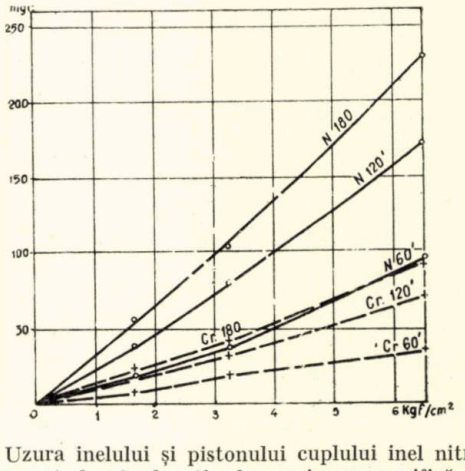


Fig. 2. Uzura inelului și pistonului cuplului inel nitrurat—piston cromat dur în funcție de presiunea specifică (mediu 20% marșalită în amestec de o parte motorină și două părți ulei de transformator) :

N 180′ uzură inel nitrurat, durata încercării $\tau = 180'$; N 120′ idem, $\tau = 120'$; N 60′ idem, $\tau = 60'$; Cr 180′ uzura pistonului cromat dur, durata încercării $t = 180'$; Cr 120′ idem, $\tau = 120'$; Cr 60 idem, $\tau = 60$

3. Uzura scade puțin cu creșterea duratei încercării (fig. 4 și 5); perioada de rodaj nu apare net, probabil din cauza schimbării la fiecare cîntărire a poziției reciproce a pieselor cuplului.

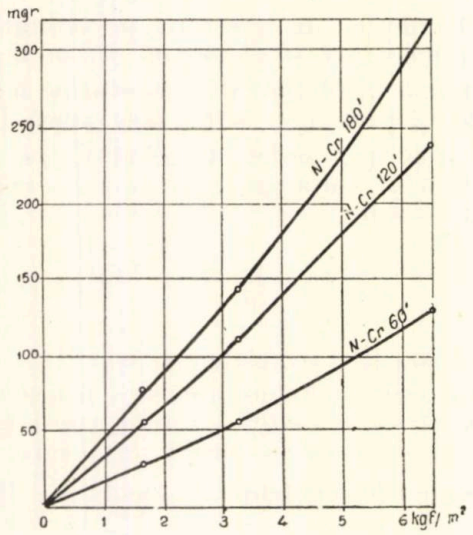


Fig. 3. Uzura cuplului inel nitrurat—piston cromat dur în funcție de presiunea specifică (mediu 20% marșalită în amestec de o parte motorină și două părți ulei de transformator):

N—Cr 180', durata încercărilor $\tau = 180'$; N—Cr 120' idem, $\tau = 120'$; N—Cr 60' idem, $\tau = 60'$.

S-au făcut încercări speciale pentru a determina influența duratei încercării asupra

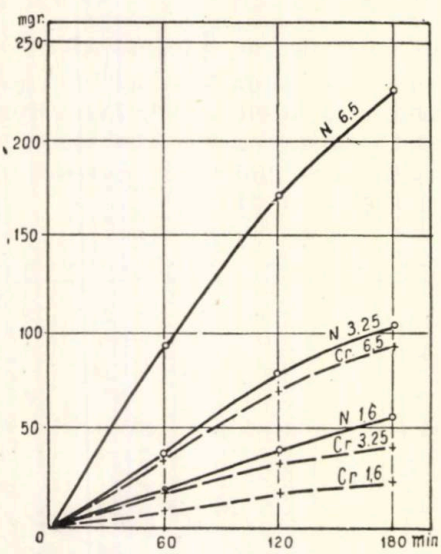


Fig. 4. Uzura inelului și pistonului cuplului inel nitrurat—piston cromat dur în funcție de timp (mediu 20% marșalită în amestec de o parte motorină și două părți ulei de transformator):

N 6,5 uzura inelului nitrurat, presiunea specifică $p = 6,5$ kgf/cm²; N 3,25 idem, presiunea specifică 3,1 kgf/cm²; N 1,6 idem presiunea specifică 1,6 kgf/cm²; Cr 6,5 uzura pistonului cromat, presiunea specifică 6,5 kgf/cm²; Cr 3,25 idem, presiunea specifică 3,2 kgf/cm²; Cr 1,6 idem, presiunea specifică 1,6 kgf/cm².

uzurii cuplurilor. Încercările s-au făcut într-un mediu de 33% marșalită, $p = 6,5$ kgf, pentru inel (cămașă) nitrurat—piston cromat durata de încercare este de 32 ore. Din aceste încercări rezultă că curbele uzurii inelului și pistonului (fig. 6) își păstrează forma relativă, apropiindu-se de o dreaptă și în cazul încercărilor de lungă durată. Rezultă că încercările de scurtă durată (de exemplu de 60 min) pot fi luate în considerație pentru stabilirea rezistenței la uzură comparativă a diferitelor cupluri.

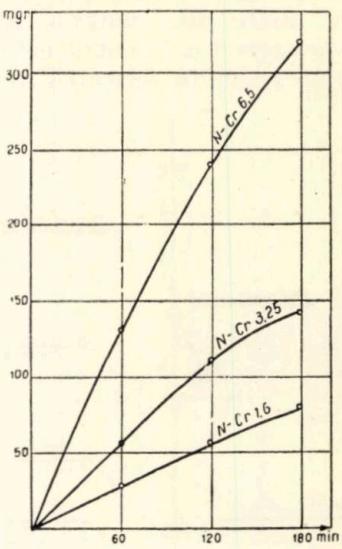


Fig. 5. Uzura cuplului inel nitrurat—piston cromat dur în funcție de timp (mediu 20% marșalită în amestec de o parte motorină și două părți ulei de transformator):

N—Cr 6,5, presiunea specifică $p = 6,5$ kgf/cm²; N—Cr 3,25, $p = 3,25$ kgf/cm²; N—Cr 1,6, $p = 1,6$ kgf/cm².

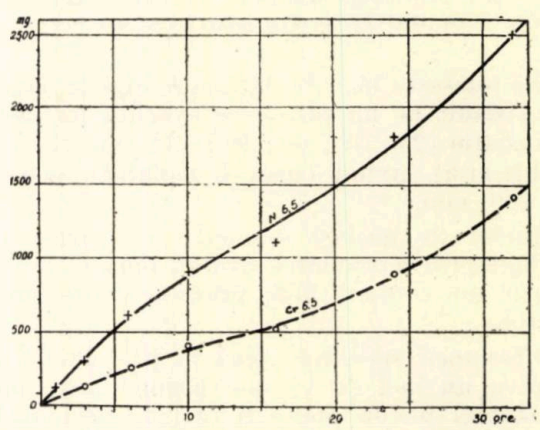


Fig. 6. Uzura cuplului inel nitrurat—piston cromat în funcție de timp (mediu 33% marșalită în ulei de transformator):

N 6,5 inel nitrurat, $p = 6,5$ kgf; Cr 6,5 piston cromat, $p = 6,5$ kgf.

Rezultatele experimentale comparative ale diferitelor cupluri (tabela 1) arată că, folosind piesele fabricate curent de uzinele constructoare, rezistența cea mai ridicată la uzură poate fi obținută în cazul inelului (cămașă) cimentat sau nitrurat—piston cromat dur; cuplurile cu piston cimentat dau rezultate mult mai slabe.

Tabela 1

UZURA CUPLURILOR POMPEI P 2 × 1 1 4″, t=60 min; p=6 kgf/cm²; h = 10 mm; $\frac{h}{L}$ = 0,125; NUMĂRUL DE CURSE DUBLE = 60; MEDIUL: O PARTE MOTORINĂ ŞI DOUĂ PĂRŢI ULEI CU 20% MARŞALITĂ

Inel	Material	C	N	C	N
	Pierdere de greutate I, mg/h	193,05	98,8	57,2	57,4
Piston	Material	C	C	Cr	Cr
	Pierderi de greutate P, mg/h	173	99,2	32	42,9
Cuplu	Pierderi de greutate pe minut $I+P$, mg/min	6,10	3,28	1,52	1,67
	Pierderi de greutate pe minut raportată la unitate de suprafaţă $I'+P'$, mg/cm². min	0,366	0,19	0,107	0,11
	Raportul pierderilor de greutate $\frac{P}{I}$	0,90	1,02	0,60	0,75

S-au propus şi încercat [3], [4] cupluri noi din cămăşi (inel) borate. Încercările au arătat că aceste cupluri au o rezistenţă remarcabilă la uzură (tabela 2).

Tabela 2

UZURA CUPLULUI CU INEL BORAT COMPARATIV CU INEL NITRURAT PENTRU P 2 1/2 × 1 3 4″, t = 60 min; h = 4,7 min; $\frac{h}{L}$ = 0,1; NUMĂRUL DE CURSE DUBLE = 60; MEDIUL: O PARTE MOTORINĂ ŞI DOUĂ PĂRŢI ULEI CU 20% MARŞALITĂ

Inel	Material	N	B
	Pierderi de greutate I, mg/h	96	9,6
Piston	Material	Cr	Cr
	Pierderi de greutate P, mg/h	36,5	54,4
Cuplu	Pierderi de greutate pe minut $I + P$, mg/min	2,17	1,07
	Pierderi de greutate pe minut raportată la unitatea de suprafaţă $I' + P'$, mg/cm².min	0,243	5,7042
	Raportul pierderilor de greutate $\frac{P}{I}$	0,38	5,65

2. CERCETĂRI LA UZURĂ DE LABORATOR DE LUNGĂ DURATĂ [5], [6], [9]

S-a folosit maşina de încercare la uzură I.P.G.-1-RM (fig. 7), care permite încercarea la uzură în mediu lichid abraziv simultan a şase cupluri — pompe de extracţie reduse la două cămăşi normale (de 152,2 mm lungime) şi un piston de lungime redusă (de 410 mm lungime). Supapele de admisie şi refulare ale fiecărei pompe reduse sînt scoase afară, construcţia permiţînd captarea continuă a pierderilor de pompare la fiecare cuplu în parte. Cămăşile sînt fixe, iar pistonul mobil; numărul de curse duble pe minut variabil (10, 20 sau 40 curse duble/min). Cursa pistonului este de 840 mm.

În timpul funcţionării, suprafaţa cămăşii este continuu în contact cu pistonul. În consecinţă, faţă de pompele de adîncime din exploatare, cămăşile sînt în condiţii de uzură mai defavorabile decît pistoanele.

Presiunea de refulare este reglabilă maximum 40 at. Încercările s-au făcut la presiuni de 10 at.

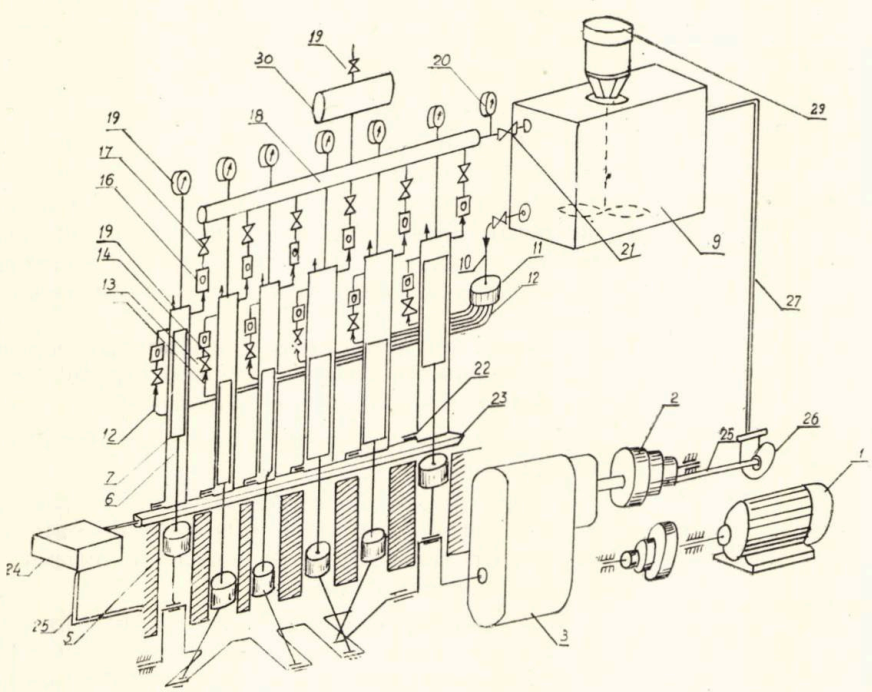


Fig. 7. Schema de principiu a standului tip IPG-1-RM:

1 — electromotor 7 kW şi 750 rot/min; *2* — conul pentru trei viteze; *3* — reductor; *4* — arbore cotit; *5* — piston-cap de cruce; *6* — tijele de legătură cu nucă; *7* — mantaua pompei cu cămăşile de probă; *8* — pistonul cuplului de încercat; *9* — rezervor; *10* — conductă de admisie; *11* — distribuitor de aspiraţie; *12* — conductă de aspiraţie; *13* — cană de aspiraţie; *14* — supapă cu bila de aspiraţie; *15* — manometru individual; *16* — supapă cu bilă de refulare; *17* — ventil cu reglare cu arc; *18* — colector de refulare; *19* — cană de răsuflare; *20* — manometru de refulare; *21* — ventil central de reglare; *22* — conductă de scurgere pentru pierderi; *23* — colector de pierderi; *24* — rezervor pentru colectat pierderi; *25* — conductă spre pompă; *26* — pompa de retur; *27* — conductă de retur; *28* — agitator; *29* — motorul agitatorului; *30* — camera de aer.

Drept mediu de pompare s-a folosit cosmol, ulei cu viscozitate apropiată de cea a țițeiului sau apă cu adaos de 1% marșalită sau nisip de cuarț (granulația de 0,15 mm). Construcția asigură recirculația și constanța concentrației abrazivului în mediul de pompare. Mediul de pompare se schimbă la 24—48 ore.

Uzura cuplurilor se determină indirect în timpul încercărilor, prin măsurarea pierderilor de debit q în unitate de timp, iar la sfîrșitul probei, prin măsurarea uzurii dimensionale a pieselor.

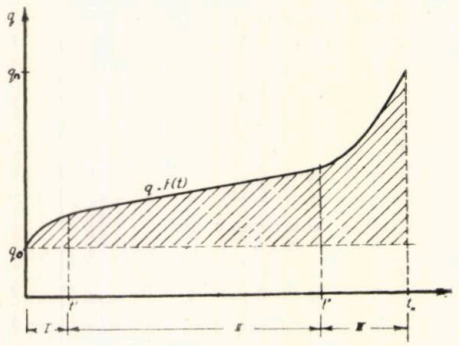


Fig. 8. Curba teoretică a pierderilor de pompare $q = f(t)$: *I* — perioada de ajustare (rodaj); *II* — perioada de uzură normală; *III* — perioada de uzură de distrugere.

Aprecierea rezistenței la uzură se face examinînd curba pierderilor de pompare în funcție de timp:

$$q = f(t), \tag{3}$$

a cărei formă teoretică este dată în figura 8.

Criteriile de apreciere a rezistenței la uzură sînt:

a) Pierderile totale de pompare din cauza creșterii jocului în urma uzurii cuplului în timpul încercării:

$$Q = \int_0^{t_n} (q - q_0)\, dt, \tag{4}$$

în care:

q reprezintă pierderile de pompare în unitatea de timp;

q_0 — pierderile inițiale de pompare în unitatea de timp;

t_n — durata încercării.

b) Pierderile medii de pompare din cauza uzurii:

$$Q_{med} = \frac{Q}{t_n}. \tag{5}$$

c) Pierderile finale de pompare din cauza uzurii $q_n - q_0$.

Comparația cuplurilor pe baza pierderilor de pompare determinate de uzura acestora prezintă avantaje, deoarece aceste pierderi influențează direct coeficientul volumetric de pompare [1].

Încercările la uzură ale cămășilor și pistoanelor pe această mașină sînt mai apropiate de condițiile de funcționare în schele. În schimb, durata încercărilor este mult mai mare.

Rezultatele experimentale făcute la mai multe serii de încercări în cadrul cărora s-au schimbat jocurile inițiale în limitele 25—75 M, felul mediului (apă sau cosmol), abrazivitatea lui (adaos de marșalită sau nisip de cuarț), precum și intervalul la care se schimbă acesta au arătat că, în majoritatea cazurilor, rezultatele sînt comparabile numai în cadrul aceleiași încercări.

Folosirea cosmolului apropie încercările de condițiile de funcționare din schelă, însă cere încercări de durată mult mai mare; în cazul mediului apă, uzura decurge mult mai rapid. Se ajunge pînă la uzură de distrugere (mediul apă cu 1% marșalită sau nisip de cuarț) după 200—600 ore.

Pe baza încercărilor efectuate, din care o parte din rezultate sînt date în tabela 3 și figurile 9, 10 și 11, se pot trage următoarele concluzii privind uzura și cuplurile optime ce se pot obține din piese executate curent de uzinele constructoare.

1) Rezultatele optime în medii abrazive se obțin folosind cuplul cămașă nitrurată—piston cromat dur. Rezultate similare se obțin și în cazul cuplului cămașă cromată dur—piston cromat dur. Cămășile prezintă însă în exploatare pericolul exfolierii cromului. Cămășile cromate dur pot fi folosite cu bune rezultate în medii mai puțin abrazive, eventual în cuplu ca pistoane cimentate.

2) Pentru medii cu abrazivitate mai scăzută se poate recomanda folosirea cuplurilor mai ieftine: cămașă cimentată — piston cromat dur; cămașă călită izoterm — piston cromat dur.

O dată cu micșorarea abrazivității mediului, diferența în ceea ce privește durabilitatea cuplurilor menționate se micșorează.

3) Pistoanele cimentate nu dau rezultate satisfăcătoare.

4) Din motive de tehnologie a fabricației nu se pot obține pistoanele nitrurate de calitate în condiții rentabile și de aceea ele nu pot fi folosite curent în practică.

5) Pistoanele cromate trebuie călite înainte de cromare prin curenți de înaltă frecvență. Astfel, există pericol de exfoliere a stratului cromat dur.

6) Dintre cuplurile noi, încercate, s-au dovedit necorespunzătoare cuplurile formate din cămăși fosfatate, cămăși din fontă cenușie obișnuită sau pistoane călite prin curenți de înaltă frecvență.

Tabela 3

COMPORTAREA CUPLURILOR CĂMAŞĂ-PISTON ÎNCERCATE PE MAŞINA DE PROBĂ I.P.G.-1-R.M.

Nr. probei	Condiţiile de încercare	Numărul cuplului	Tipul şi dimensiunea nominală a cuplului	Felul cuplului cămaşă-piston	Timpul de funcţionare, t_n, h	Pierderi medii de pompare Q_{med}, l/h	Pierderi finale din cauza uzurii $q_n - q_0$, cm³/s	Coeficientul de uzură pe baza pierderilor medii de pompare K_{pp}
1	2	3	4	5	6	7	8	9
561	Mediu apă + 1% marşalită schimbat la 48 ore	4	P 2 × 1 1/4"	N—Cr	195	0,31	0,2	1,0
		5		N—C		1,35	1,0	4,3
		6		C—C		1,37	1,0	4,4
562	Mediu apă + 1% marşalită schimbat la 48 ore	1		C—C	448	6,56*	3,5*	4,4
		2	P 2 1/2 × 1 3/4"	N—Cr		1,51*	1,1*	1,0
		5	P 2 × 1 1/4"	C—Cr		2,21	1,3	1,5
		6		N—Cr		1,50	0,6	1,0
571	Mediu apă + 1% marşalită schimbat la 48 ore	1	P 2 1/2 × 1 3/4"	Cr—Cr	200	1,53	1,2	1,1
		2		Cr—C		2,67	3,1	2,0
		3		N—Cr		1,34	1,3	1,0
571 bis	Mediu apă + 1% marşalită schimbat la 48 ore	4	P 2 × 1 1/4"	C—Cif	200	14,43	9,9	12,2
		5		N—Cif		13,10	10,3	11,1
		6		N—Cr		1,18	0,1	1,0
572	Mediu apă + 1% marşalită schimat la 24 ore	4	P 2 × 1 1/2"	C—Cr	200	3,24	3,9	4,6
		6		N—Cr	200	0,71	0,5	1,0
581	Cosmol pe urmă apă + 1% nisip de cuarţ schimbat la 48 ore. Regim intermitent	1	P 2 1/2 × 1 3/4"—20	I—Cr	694	3,62**	7,8	1,0
		2		I—C	690	15,35**	13,3	4,25
		3		C—C	710	3,62**	16,8	1,0
591	Apă + 1% nisip de cuarţ schimbat la 48 ore	2	P 2 1/2 × 1 3/4"	C—Cr	60	0,77	0,4	0,7
					132	1,82	1,1	1,3
					300	4,30	8,5	1,5
		3	P 2 1/2 × 1 3/4"	N—Cr	60	1,11	0,6	1,0
					132	1,72	0,7	1,0
					300	2,94	4,3	1,0
		4	P 2 × 1 1/4"	C—C	60	2,26***	1,4***	2,0
					132	16,20***	15,4***	9,4
601	Apă + 1% nisip de cuarţ schimbat la 48 ore	1	P 2 1/2 × 1 3/4"—40	C—Cr	160	3,2	2,9	0,8
					200	5,5	7,4	0,8
					240	12,1	10,3	1,1
		3	P 2 1/2 × 1 3/4"—40	N—Cr	160	3,9	1,1	1,0
					200	7,0	7,5	1,0
					240	11,0	9,9	1,0
601 bis	Apă + 1% nisip de cuarţ schimbat la 48 ore	4	P 2 × 1 1/4"—40	I—Cr	160	14,1	10,1	15,5
		5	P 2 × 1 1/4"—40	N—Cr	160	0,91	0,6	1,0
					200	1,13	0,9	1,0
					240	2,22	3,5	
		6	P 2 × 1 1/4"—40	C—Cr	160	7,7	6,2	8,5
					200	12,2	9,6	10,8

Notaţii folositoare : N — nitrurat ; C — cementat ; Cr — cromat dur ; Cif — călit curent de înaltă frecvenţă ; I — călit izoterm.

Observaţii : * Valori reduse la dimensiunea de 2 × 1 1/4".

** Valori reduse la pierderi de apă.

*** Valori reduse la dimensiunea de 2 1/2 × 1 3/4".

7) Cercetarea uzurii dimensionale a arătat că pierderile finale q se pot calcula cu destulă aproximație din relația:

$$q_n = C \cdot \delta^3, \qquad (6)$$

în care:

δ este jocul final mediu între cămășă și piston;

C — constantă:

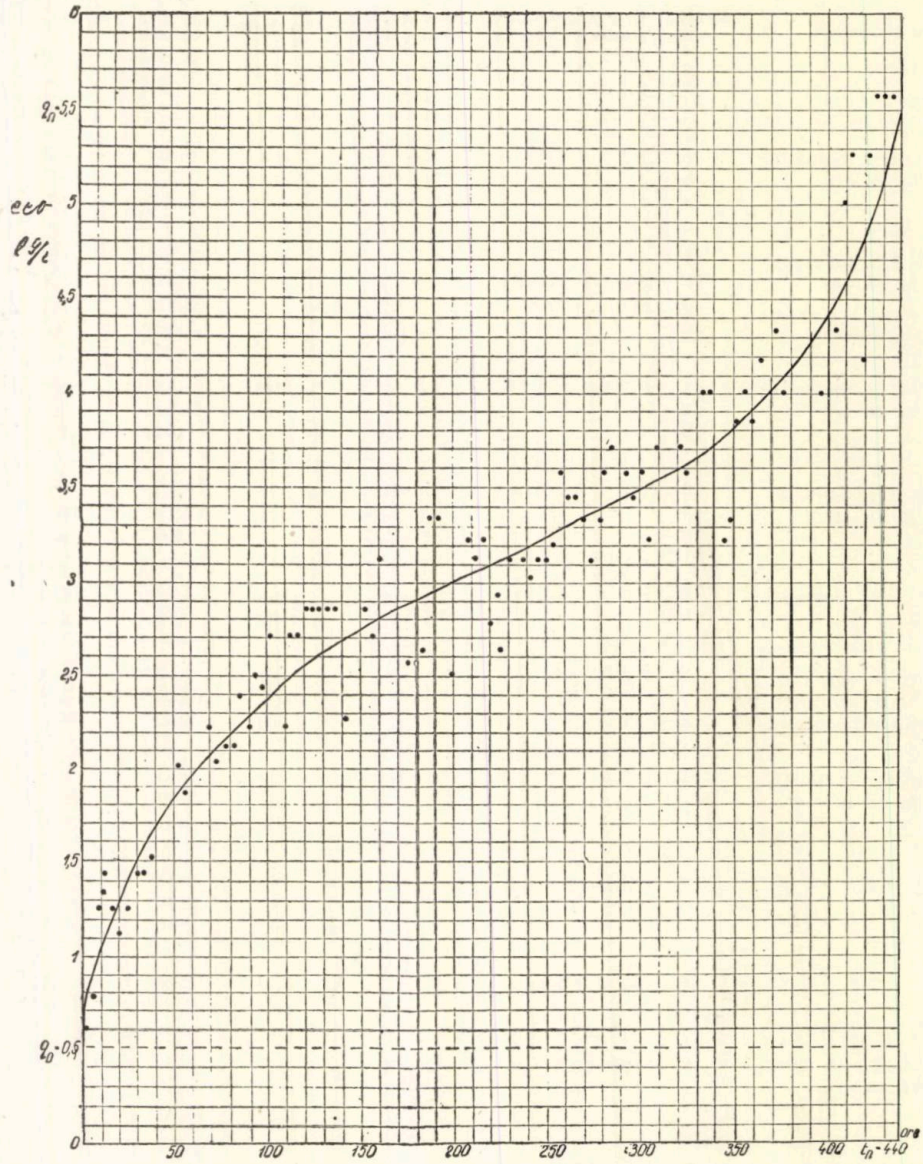


Fig. 9. Curba pierderilor de pompare la cuplul P21/2 x 13/1'' cămașă cimentată—piston cimentat, proba 562/1. Mediul, apă cu 1% marșalită. Schimbat la 48 ore.

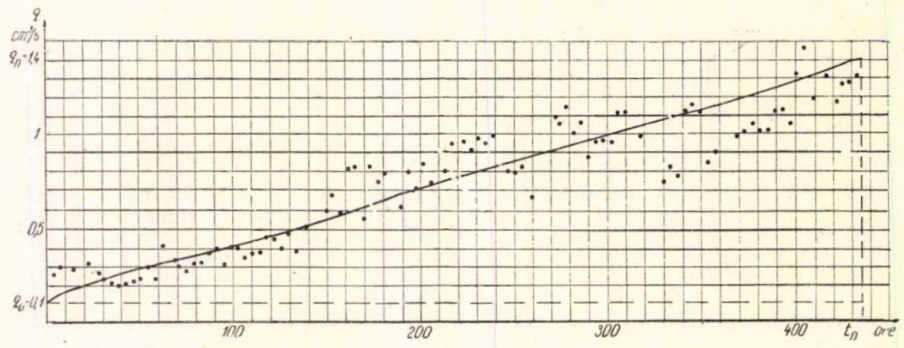


Fig. 10. Curba pierderilor de pompare la cuplul P2 x 1 1/4'' cămașă cimentată – piston cromat dur, proba 562/5. Mediul, apă cu 1% marșalită. Schimbat la 48 ore.

S-au făcut încercări speciale (tabela 4) pentru determinarea influenței formei constructive a pistoanelor cromate dur, în cuplu cu cămășile nitrurate, asupra comportării la uzură a acestora. S-au folosit pistoane netede, pistoane cu rile drepte forma STAS E 2896-56, precum și pistoane cu rile întrerupte, elicoidale continue și cu randaline. Cele mai bune rezultate au arătat pistoanele netede, mai slabe pistoanele cu rile elicoidale întrerupte și cu randaline. S-au comportat cu totul nesatisfăcător pistoanele cu rile elicoidale continue.

pina. Aceste încercări au confirmat justețea concluziilor trase în cadrul încercărilor de laborator [7], [8].

Se apreciază că încercările la mașina IPG-T-2 pot fi considerate ca încercări de laborator de scurtă durată (circa 1 oră). Ele permit să se stabilească, într-o primă etapă, cuplurile cu rezistențe la uzură ridicate ce urmează a fi luate în considerație în vederea încercărilor de mai lungă durată (200—600 ore) la etapa următoare de cercetare, pe mașina IPG-1-RM.

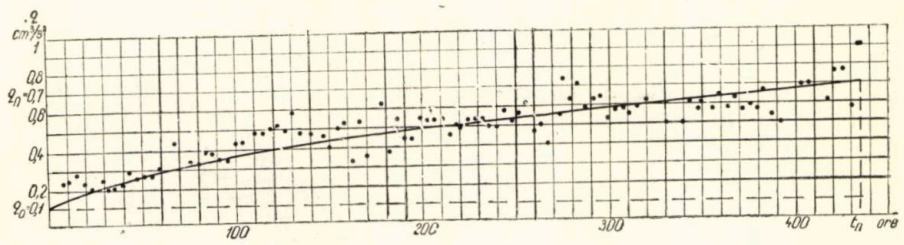


Fig. 11. Curba pierderilor de pompare la cuplul P2 × 1 1/4″ cămășă nitrurată—piston cromat dur, proba 562/6. Mediul, apă cu 1% nisip de cuarț de 0,15 mm. Schimbat la 48 ore.

Tabela 4

COMPORTAREA CUPLURILOR CĂMAȘĂ NITRURATĂ — PISTON CROMAT DUR DE DIFERITE FORME CONSTRUCTIVE ÎNCERCATE PE MAȘINA DE PROBĂ I.P.G.-1-R.M.

Nr. probei	Condițiile de încercare	Nr. cuplului	Timpul și dimensiunea nominală a cuplului	Felul cuplului cămașă-piston	Timpul de funcț. t_n, h	Pierderile medii de pompare Q_{med}, l/h	Pierderile finale din cauza uzurii $q_n - q_0$, cm³/s	Coeficientul de uzură pe baza pierderilor medii de pompare K_{pp}
1	2	3	4	5	6	7	8	9
602	Apă + 1% nisip de cuarț schimbat la 48 ore	5	P2×1 1/4″—40	N—Cr.r.c.	84	10,5	8,0	31
		6	P2×1 1/4″—40	N—Cr.n.	84	0,3	0,2	1,0
					122	0,5	0,7	1,5
					136	0,8	1,3	2,5
					184	2,5	2,6	7,4
603	Apă + 1% nisip de cuarț schimbat la 48 ore	4	P2×1 1/4″—40	N—Cr.n.	268	4,4	5,8	1,0
					280	5,1	5,3	1,2
					300	6,3	8,2	1,4
		5	P2×1 1/4″—40	N—Cr.r.	268	10,8	9,8	2,5
					280	12,1	10,9	2,8
		6	P2×1 4/4″—40	N—Cr.r.i.	268	10,3	7,7	2,4

Notații folositoare: N — cămășă nitrurată; Cr. n — piston cromat dur neted; Cr. r. c. — piston cromat dur cu rile continue; Cr. r — piston cromat dur cu randaline mici; Cr. r. i. — piston cromat dur cu rile elicoidale întrerupte.

După cum se vede, concluziile concordă cu cele obținute în cazul încercărilor de scurtă durată. Ele sînt însă mai cuprinzătoare, obținîndu-se o serie de elemente și date noi.

3. CERCETĂRI ÎN CONDIȚII REALE LA SONDĂ

Cercetările de laborator au fost completate prin încercări făcute la schelă de ICFE-Cîmpina. Aceste încercări au confirmat justețea concluziilor trase în cadrul încercărilor de laborator [7], [8].

Se apreciază că încercările la mașina IPG-T-2 pot fi considerate ca încercări de laborator

Cu toate că se consideră ca obligatorie folosirea celei de-a doua trepte de cercetare, pe mașina IPG-1-RM, menționăm că ambele mașini dau rezultate comparabile calitativ.

Găsirea unor corelații cantitative prezintă dificultăți, deoarece condițiile de încercare nu sînt identice (rapoartele dintre lungimile cămășilor, pistoanelor și curselor etc.).

CĂI ŞI MIJLOACE DE CREŞTERE A REZISTENŢEI LA UZURĂ A POMPELOR DE EXTRACŢIE

Stabilirea căilor şi mijloacelor de creştere a rezistenţei la uzură a pompelor de extracţie trebuie să se bazeze pe rezultatele cercetărilor expuse mai sus, precum şi pe studiul calităţii materialelor folosite la confecţionarea pieselor, al structurii şi tratamentelor termice aplicate, al rugozităţii suprafeţelor şi deci pe metodele de prelucrare mecanică a pieselor.

Se vor reda principalele rezultate obţinute în cadrul cercetărilor executate în această direcţie. Rezistenţa maximă la uzură s-a obţinut folosind cămăşi cu duritate ridicată, cu strat superficial borat (HRC > 65) sau nitrurate.

Deoarece la pompele tip P se poate înlocui pistonul fără extragerea pompei la suprafaţă, este indicat a se folosi cămăşile cu rezistenţe cît mai ridicate la uzură. Creşterea rezistenţei lor la uzură poate fi obţinută prin aplicarea tratamentului de borare, nefolosit încă industrial, sau prin îmbunătăţirea nitrurării.

Stratul superficial borat se poate obţine prin electroborare în baie de borax topit ($Na_2B_4O_7$), temperatura băii fiind de minimum 950°C. Piesa se leagă la catod, curent de 0,7 A/cm² (se poate folosi şi un curent de 0,2—0,3 A/cm²). Durata borării este de 250 min [11].

Borul depus se adsoarbe pe suprafaţa piesei şi difuzează înspre interior.

S-au obţinut grosimi apreciabile ale stratului borat :

Materiale	Oţel OLC 16 recept	Oţel OLC 10 cementat
Adîncimea stratului, mm	0,35—0,40	0,20

Grosimea stratului se reduce mult cu creşterea procentului de carbon.

Stratul are structură aciculară (fig. 12) orientată perpendicular pe suprafaţa exterioară a piesei. Ea indică difuzia borului într-o structură monofazică (austenită). Stratul este format din compuşii Fe_2B şi FeB, iar la oţeluri cu procent de carbon ridicat şi din carburile borului, B_3C; B_4C; B_6C. În timpul răcirii în strat nu se produc transformări la fază.

Se poate folosi şi borarea în mediu gazos.

Creşterea rezistenţei la uzură a cămăşilor nitrurate şi micşorarea deformării lor în timpul procesului tehnologic de fabricaţie se pot realiza prin detensionarea şi rectificarea înainte de nitrurare, nitrurarea numai pe interior, honuirea după nitrurare etc. Cercetările de laborator [10] efectuate pe oţelul 35 XIOA, folosit pentru fabricaţia cămăşilor de extracţie, au stabilit posibilitatea îmbunătăţirii procesului tehnologic de nitrurare.

S-au făcut probe de nitrurare la 510 şi 600°C în curent de amoniac, folosind, pe lîngă metoda obişnuită de nitrurare, şi metode speciale de intensificare a procesului : catalizatori Cu şi Al şi cîmp magnetic.

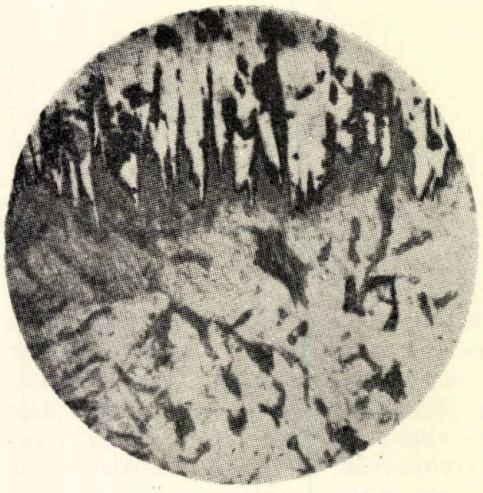


Fig. 12. Microstructura stratului borat. Atac : nital × 150.

Pe baza cercetărilor făcute s-a constatat că pentru a obţine creşterea durităţii (la cel puţin HV⩾1 000 kgf/cm²) şi adîncimii stratului nitrurat şi a scurta durata procesului se impune folosirea nitrurării în două trepte (prima treaptă la temperaturi mai scăzute, pentru obţinerea durităţii ridicate, iar a doua la temperatură mai ridicată, pentru obţinerea adîncimii stratului), aplicarea înainte de nitrurare a tratamentului de îmbunătăţire şi utilizarea pentru intensificarea procesului a cîmpului magnetic. Catalizatorii încercaţi n-au dat rezultate. Pentru micşorarea fragilităţii stratului nitrurat observat în unele cazuri la încercările efectuate se consideră ca soluţie optimă menţinerea în atmosferă de amoniac disociat, fără circulaţie de amoniac, a pieselor la sfîrşitul nitrurării şi în timpul răcirii pieselor în cuptor.

Perspective noi deschid cercetările începute privind folosirea materialelor plastice, a cămăşilor din fontă nodulară şi a fontei nitrurate.

BIBLIOGRAFIE

[1] Marhasin, E. L. *Issledovanie abrazivnovo iznaşivania detalei glubinnîh neftianîh nasosov.* Trenie i iznos v maşinah vol. V, p. 42—46, Izd. Acad. Nauk Moscova, 1950.

[2] Marhasin, E. L. *Issledovanie abrazivnovo iznaşivania detalei glubinnîh neftianîh nasosov.* Trenie i iznos v maşinah vol. VII, p. 103—118 Izd. Acad. Nauk Moscova, 1953.

[3] Raşeev, D. *Studiul unor cupluri optime cămăşă—piston la pompele de extracţie. Încercări de laborator.* În: Studii şi cercetări de mecanică aplicată, **3**, 1959, p. 927—945.

[4] Raşeev, D. *Studiul cuplurilor cămăşă—piston la pompele de extracţie în condiţii de laborator.* Comunicarea I. În: Lucrările Institutului de petrol, gaze şi geologie din Bucureşti, **V**, 1959, p. 351—365.

[5] Raşeev, D., Ralea, V., Kell, I. Popovici, Al. şi Florea, Gh. *Studiul cuplului optim cămăşă—piston la pompele de extracţie.* În: Lucrările Institutului de petrol, gaze din Bucureşti, **III**, 1957, p. 239—272.

[6] Raşeev, D. şi Ulrich, Fr. *Studiul cuplului optim cămăşă—piston la pompele de extracţie.* Comunicarea a II-a. În: Lucrările Institutului de petrol, gaze şi geologie din Bucureşti, **V**, 1959, p. 267—284.

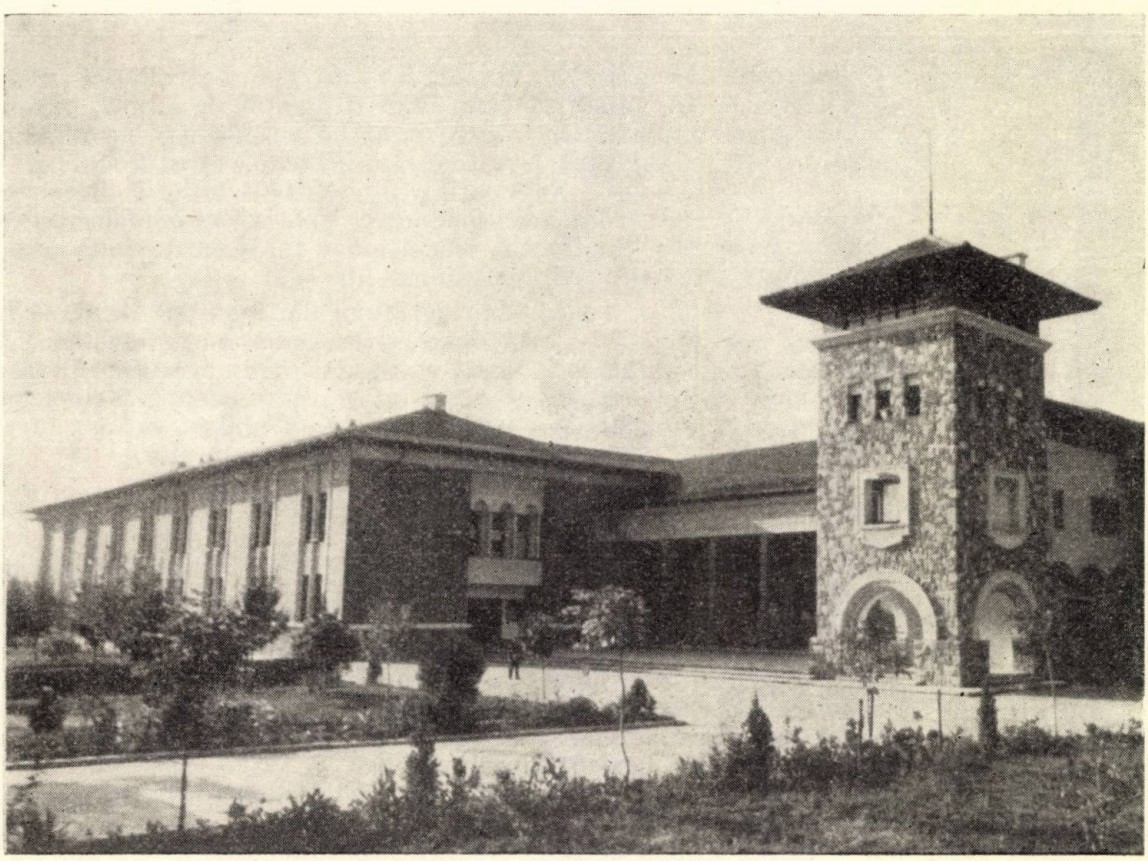
[7] *** *Utilizarea de materiale speciale pentru pompele de extracţie la sondele cu caracter corosiv şi abraziv în scopul măririi duratei de funcţionare.* Tema nr. 20-c/1958 I.C.F.E. — Cîmpina.

[8] *** *Cercetarea cuplului piston—cămăşă şi a supapelor de pompe de extracţie.* Tema nr. 15-b/1959 I.C.F.E. — Cîmpina.

[9] Raşeev, D. şi Gherghişor, N. *Studiul cuplului optim cămăşă-piston la pompele de extracţie.* Comunicarea a III-a. In: Buletinul Institutului de petrol, gaze şi geologie din Bucureşti, **VII**, 1961, p. 193—200.

[10] Raşeev, D., Marcu, M şi Glava, C. *Studiul nitrurării oţelului 35 XIOA cu aplicaţii la cămăşile pompelor de extracţie.* În: Lucrările Institutului de petrol, gaze şi geologie din Bucureşti, **V**, 1959, p. 285—297.

[11] Raşeev, D. *Tehnologia construcţiei de maşini şi de utilaj petrolier*, E.D.P., Bucureşti, 1962.



Căminul Şcolii de petrol din Cîmpina

Problemele automatizării în rafinării

Ing. A. DRĂGUȚ,
ing. A. BĂLĂCESCU,
ing. C. MATEI
și ing. D. ENESCU

Directivele Congresului al III-lea privind dezvoltarea economiei naționale în următorii ani dau o atenție deosebită introducerii progresului tehnic în toate ramurile economiei, acordîndu-se o mare atenție mecanizării și automatizării complexe a producției.

După cum se știe, automatizarea contribuie în mod eficient la modernizarea și îmbunătățirea conducerii proceselor tehnologice, creînd condiții favorabile introducerii tehnologiilor noi în întreprinderile noastre din industria chimică și prelucrătoare de țiței.

În prezent, procesele tehnologice noi din industria de prelucrare a țițeiului, care produc materii prime pentru industria petrochimică și chimică sau produse finite de înaltă calitate, sînt de neconceput fără utilizarea unui control eficient și o conducere centralizată a tehnologiei; în aceste cazuri automatizarea este o necesitate obligatorie, iar nivelul ei este determinat de complexitatea procesului respectiv.

ETAPELE AUTOMATIZĂRII ÎN RAFINĂRII

Dezvoltarea automatizării proceselor tehnologice din prelucrarea țițeiului a cunoscut mai multe etape.

Prima etapă se caracterizează prin controlul local și de la distanță al principalilor parametri tehnologici și reglarea locală a unora dintre ei utilizînd regulatoarele automate. În această etapă, care corespunde stadiului de automatizare parțială, diversele reglări de parametri nu sînt intercorelate, iar intervențiile asupra procesului — comenzile — se fac manual de către personalul operator.

În acest stadiu, controlul producției se realizează aproape integral prin analize manuale în laborator.

Etapa a doua se caracterizează prin integrarea în sistemul de automatizare a unui grup de mai multe instalații dependente unele de altele, ca urmare a necesităților tehnologice (produsele finite ale unei unități reprezentînd materia primă pentru altele), presupune utilizarea analizoarelor continue de calitate, a reglărilor în cascadă a sistemelor de înregistrare și semnalizarea abaterii parametrilor de la valorile stabilite.

Etapa aceasta corespunde stadiului de automatizare complexă, care include în ea și utilizarea mașinilor electronice de calcul pentru controlul și reglarea centralizată pe un singur obiect sau pe un ansamblu de obiecte.

Trebuie spus că trecerea de la prima etapă la cea de-a doua s-a făcut printr-o completare permanentă a automatizării convenționale cu noi elemente de automatizare și printr-o perfecționare a elementelor existente.

Tendința firească în automatizarea proceselor tehnologice din rafinării, ca și a tuturor celorlalte procese tehnologice ce se pretează automatizării este trecerea la etapa automatizării totale, etapă în care toate operațiile mecanice și de conducere se fac automat; înregistrarea, prelucrarea și calculul valorilor parametrilor tehnologici, precum și modificarea și reglarea lor se fac cu ajutorul tehnicii moderne de calcul. După cum se vede, în această etapă, sarcinile de conducere în condiții optime a proceselor tehnologice, a procesului de producție în general sînt preluate în totalitate de mașinile electronice de calcul. Fără îndoială că etapa aceasta se bazează pe rezolvarea din punct de vedere tehnic a măsurării și controlului tuturor parametrilor minim necesar a fi trimiși spre informare mașinii de calcul și a posibilității reglării optime a acestor parametri. Ca urmare a eforturilor făcute în această direcție s-au realizat și se completează continuu o întreagă gamă de analizoare de calitate, unele din ele utilizînd posibilitățile noi oferite de aplicațiile izotopilor radioactivi, precum și o serie de noi tipuri de aparate cu izotopi ce dau satisfacție în locurile unde metodele clasice de măsurare nu dădeau rezultate corespunzătoare (nivele, debite ș.a.).

SITUAȚIA ACTUALĂ ÎN RAFINĂRIILE NOASTRE

Dacă am analiza care este situația în prezent din punctul de vedere al automatizării proceselor de prelucrare a țițeiului în țara noastră, am constata că simplele măsurători de temperatură, presiune, debit făcute local și un complex de măsurători cu indicare sau înregistrare făcute la distanță — centralizat —, ca și reglarea automată parțială a cîtorva parametri, ca: temperatura, nivelul, debitul ș.a., reprezintă gradul cel mai răspîndit de automatizare. Cele mai eficiente reglări se fac asupra următorilor parametri: la temperatura materialului ce iese din cuptor și la vîrful coloanelor de distilare, nivelul în coloanele de distilare, debitul de reflux etc. Instalațiile nou construite au fost echipate cu aparate de măsură, control și elemente de automatizare la nivel tehnic corespunzător și, în același timp, au început să fie utilizate noi scheme de automatizare, ca reglarea în cascadă și chiar controlul și reglarea după program.

Trebuie spus că în scopul ridicării calității controlului și reglării în cadrul rafinăriilor existente s-a dus și se duce o muncă susținută de dotare cu aparate mai perfecționate, în scopul îmbunătățirii automatizării convenționale a instalațiilor. Nu trebuie să uităm însă că în momentul naționalizării rafinăriilor instalațiile se găseau într-o stare destul de grea, consecință a distrugerilor din timpul războiului, precum și a politicii economice a societăților capitaliste, ale căror investiții fuseseră dirijate în așa fel încît să le asigure maximum de profit. Astfel, muncitorii, inginerii și tehnicienii noștri au dus o muncă susținută de punere la punct a instalațiilor de automatizare, prin repararea aparatelor vechi, iar prin folosirea experienței petroliștilor sovietici, prin schimburi de vizite reciproce s-au obținut informații prețioase, care au dus la îmbunătățirea schemelor de automatizare în rafinăriile noastre.

În prezent, în prelucrarea țițeiului la noi, parametrii tehnologici se măsoară sau se reglează în general cu aparate de tip universal, cu gabarit mare, avînd precizia între 1 și 2,5%. Aparatele secundare sînt montate centralizat la instalații pe tabloul de comandă, dînd posibilitatea operatorului să urmărească întregul proces de fabricație. În ultimii ani au intrat în funcțiune noi instalații dotate cu aparate de măsură și control și elemente de automatizare de gabarit mic, electropneumatice. Atît modul de montare a aparatelor secundare în schemele sinoptice de pe tablouri, cît și soluțiile tehnice în automatizare corespund concepției moderne din acest domeniu.

În ansamblu, nivelul aparaturii de automatizare din rafinăriile noastre este foarte diferit. Se duce o acțiune de înlocuire treptată cu aparate superioare ca urmare a acțiunii de modernizare și completare a instalațiilor de automatizare, se introduc din ce în ce mai mult blocurile sistemului AUS de gabarit mic, de concepție constructivă modernă, sistem în curs de asimilare și în țara noastră.

EXPLOATAREA, ÎNTREȚINEREA ȘI GRADUL DE UTILIZARE A INSTALAȚIILOR DE AUTOMATIZARE

Întreținerea aparatelor de măsură și control și a elementelor de automatizare se face în fiecare rafinărie, în general, prin colectivele proprii dotate cu ateliere de mecanică fină, ateliere de reparații și puncte de verificare specializate pe parametri. Reparațiile mari, precum și lucrările de dotare sau completare a instalațiilor de automatizare ce nu pot fi rezolvate de către colectivele din rafinării se execută în atelierele sau cu ajutorul altor întreprinderi specializate.

În ultimul timp s-au înființat la majoritatea rafinăriilor servicii de automatizare și tehnica măsurării, care au în sarcina lor întreținerea și exploatarea instalațiilor de automatizare. Aceste servicii, organizate și sprijinite în modul cel mai corespunzător de conducerile rafinăriilor,

de direcția generală prin serviciul de specialitate, vor putea cu adevărat să asigure o bună funcționare a instalațiilor.

Recomandăm conducerilor rafinăriilor să ia măsuri pentru o cît mai completă dotare a acestor servicii cu tot ceea ce este necesar pentru o bună muncă de întreținere și exploatare, inclusiv cu personal de pregătire superioară, care să conducă diversele aspecte ale acestei munci.

În ceea ce privește gradul de utilizare a aparatelor instalațiilor de automatizare, se poate spune că, în stadiul actual, de această problemă trebuie să se ocupe nu numai specialiștii în automatizare, ci și cei în prelucrarea țițeiului.

Tehnologii trebuie să înțeleagă ce contribuție serioasă are automatizarea în cadrul unei bune funcționări a instalațiilor, în realizarea unei tehnologii cît mai aproape de optim și, de aici, toate urmările favorabile pe care le are asupra calității produselor obținute, asupra consumurilor de materiale și energie. Tehnologii și automatiștii trebuie să lucreze împreună, asigurînd în acest fel buna funcționare a instalațiilor și să rezolve problemele de modernizare permanentă a acestora.

TENDINȚELE ACTUALE ALE AUTOMATIZĂRII ÎN RAFINĂRII

În urma dezvoltării și perfecționării impetuoase a aparatelor clasice de automatizare și apariției unor posibilități tehnice noi (analizoare de calitate, mașini electronice de calcul) s-au creat, din acest punct de vedere, condițiile introducerii automatizării complexe în rafinăriile de petrol. Pe de altă parte, o serie de alți factori tehnico-economici și sociali impun acest lucru.

Astfel, obținerea de produse cu calități superioare cerute de beneficiari, pe de o parte, posibilitatea intensificării proceselor de introducere a tehnologiilor moderne de prelucrare cît și creșterea randamentului în funcționare al utilajului tehnologic, pe de altă parte, sînt numai cîțiva dintre factorii care, fără îndoială, impun trecerea la automatizarea complexă.

Automatizarea complexă este, deci, o consecință firească a perfecționării și apariției unor noi tehnologii, care necesită un înalt nivel tehnic al controlului și reglării, cît și a faptului că, din punct de vedere economic, a apărut necesitatea reglării proceselor după anumiți parametri economici complecși (preț de cost minim, randament maxim, productivitate maximă, consum minim de materiale etc.), în regim optim. Automatizarea convențională nu poate prelua eficient problema optimizării proceselor automatizate după parametrii economici complecși, datorită imposibilității de a urmări cu suficientă rapiditate variațiile diverșilor parametri, care pot ajunge la cîteva zeci sau sute, și de a calcula, în funcție de aceste variații, în timp util parametrii complecși ce trebuie optimizați, sarcină care în automatizarea complexă este preluată de mașinile electronice de calcul.

Automatizarea complexă oferă prin utilizarea mașinilor electronice de calcul posibilitatea : *a*) de reglare automată pentru optimizarea unui obiect (coloană, reactor ș.a.); *b*) controlului centralizat al principalilor parametri pe instalație sau rafinărie; *c*) controlului și reglării centralizate a unei instalații; *d*) conducerii după un parametru economic global a întregii rafinării.

După cum vedem, prin introducerea mașinilor electronice de calcul se poate merge pînă la automatizarea completă pe instalații sau pe întreaga rafinărie.

Pentru a trece la aceste stadii ale automatizării, se impun două condiții principale, și anume :

a) Precizie corespunzătoare și siguranță mare în funcționare a aparatelor și elementelor de automatizare. În prezent există sisteme care satisfac aceste cerințe. Pe plan mondial, rafinăriile și unitățile petrochimice sînt dotate cu un număr mare de mijloace de automatizare și control moderne, între acestea, spre exemplu, blocurile sistemului sovietic AUS rezolvă practic orice problemă de reglaj automat.

b) Posibilitatea de control direct sau indirect al tuturor parametrilor principali și al proceselor tehnologice și, pe această linie, în primul rînd, cunoașterea continuă a calității produselor obținute din procesul de prelucrare a țițeiului și reglarea acestuia în funcție de calitatea produselor. Diversele tipuri de analizoare cu funcționare în flux de care se dispune în prezent, ca spectrometrele de masă, refractometrele, analizoarele în infraroșu sau ultraviolet, viscozimetrele, cromatografele cu sarcinile lor speciale, realizează analiza continuă a calității materiei prime și a produselor rezultate din procesele de prelucrare, permițînd astfel reglarea automată a acesteia. Dificultățile mari care se creează prin analizele de laborator, prin cunoașterea cu mare întîrziere a abaterii proceselor de la normal sînt astfel înlăturate.

Prin utilizarea izotopilor radioactivi s-au creat noi posibilități de control și de reglare în rafinării, s-au elaborat aparate de măsurare continuă a densității bazate pe absorbția diferită în funcție de densitatea fluidului a radiațiilor gama ce străbat fluidul respectiv. Precizia unor asemenea aparate ce utilizează ca detector camera de ionizare sub presiune ajunge pînă la 10^{-3}, ceea ce este suficient. Principalul avantaj al unui asemenea aparat este acela că oferă posibilitatea măsurării fără contact, avantaj oferit și de alte aparate ce

folosesc izotopii radioactivi, ca aparatele de nivel ş. a. Noile tipuri de aparate de nivel cu radioizotopi rezolvă dificultăţile permanente pe care le creau în exploatare aparatele de nivel clasice (cu plutitor, sticlele de nivel sau altele), pentru cazurile cînd măsurarea se efectua în mediu corosiv sau vîscos, care le scoteau din funcţionare normală, permiţînd astfel culegerea de informaţii asupra parametrilor care în mod obişnuit erau greu de urmărit. Astfel de aparate funcţionează sau sînt în curs de realizare la mai multe rafinării din R.P.R. Posibilităţile oferite de utilizarea izotopilor în rafinării pentru controlul şi reglarea proceselor tehnologice sînt multiple; în prezenta lucrare mai amintim doar de aparatele elaborate în scopul determinării continue a sulfului, compoziţiei chimice, a debitelor, cît şi, în alte cazuri, pentru controlul diverselor faze ale proceselor tehnologice.

Trebuie spus că în ceea ce priveşte automatizarea complexă în rafinării, pe plan mondial s-au obţinut o serie de rezultate, unele dintre ele chiar spectaculoase; totuşi, în această acţiune se merge încă destul de încet, şi aceasta — în majoritatea cazurilor — datorită greutăţilor care se ivesc în cunoaşterea proceselor, în stabilirea funcţiilor de transfer cît şi căutării drumurilor corecte din punct de vedere tehnico-economic.

În această direcţie se lucrează intens în Uniunea Sovietică, unde o rafinărie se găseşte la nivel de automatizare complexă (experimental). Un alt exemplu îl constituie rafinăria Nerte Oy din Finlanda, care este prima rafinărie din Europa dotată cu un sistem de reglare complet electronic, sistem ce oferă cîteva avantaje faţă de sistemul electropneumatic. Există asemenea realizări şi în S.U.A.

Dacă am porni numai de la tendinţele actuale pe plan mondial, de la realizările în acest domeniu obţinute pînă în prezent, ar fi suficient să conchidem asupra oportunităţii introducerii automatizării complexe în industria prelucrătoare de ţiţei şi petrochimică din ţara noastră.

Fără îndoială că trecerea la automatizarea complexă, care se impune şi se justifică dintr-o serie de considerente tehnico-economice, pune industriei noastre de prelucrare a ţiţeiului probleme destul de complexe.

Aceaste probleme s-ar putea rezolva pe trei căi, şi anume: *a*) prin introducerea automatizării complexe la rafinăriile construite înainte de 1953; *b*) prin introducerea automatizării complexe la instalaţiile şi rafinăriile construite în ultimul timp; *c*) prin introducerea automatizării complexe la rafinăriile ce se vor construi, problemă care trebuie rezolvată încă din faza de proiectare.

În primul caz, introducerea automatizării complexe ar pune asemenea probleme de modernizare a tehnologiei şi de grupare a instalaţiilor încît efectul economic al acesteia ar fi mult diminuat, cu atît mai mult cu cît aceste instalaţii sînt adesea de capacităţi mici. Deci, în această direcţie, cel puţin la începutul activităţii noastre, este bine să nu acţionăm, afară doar dacă unele studii tehnico-economice pe obiecte indică necesitatea optimizării lor. Această părere nu exclude intensificarea automatizării convenţionale şi eventuala stabilire prin studii a nivelului oportun de automatizare pentru aceste instalaţii.

În cel de-al doilea caz, problema automatizării complexe se pune cu acuitate datorită unei serii de factori tehnici şi economici. Fără îndoială că rafinăriile recent construite, cu capacităţi mari de prelucrare, cu concepţie constructivă şi tehnologică modernă, cu o dotare corespunzătoare cu aparate şi elemente de automatizare prezintă terenul cel mai propice de activitate în direcţia introducerii automatizării complexe.

Desigur că, în unele cazuri, şi aici vor fi necesare modificări ale liniilor tehnologice în sensul grupării instalaţiilor conform funcţionării lor interdependente fireşti, schimbarea unor utilaje (pompe, vase intermediare ş.a.), ceea ce, bineînţeles, nu înseamnă schimbări esenţiale. Se impune rezolvarea cuprinderii în soluţiile de automatizare a depozitelor, parcurilor de rezervoare ş.a.

Ceea ce se impune însă în această acţiune de început la noi, pentru introducerea automatizării complexe în rafinării, este unirea tuturor forţelor de care dispunem pentru a rezolva în bune condiţii aceste probleme, care ridică dificultăţi destul de mari.

Considerăm că, pentru ca activitatea în acest domeniu să se desfăşoare satisfăcător, este necesar să se îndrepte atenţia spre următoarele:

a) Organizarea corespunzătoare şi întărirea colectivelor serviciilor ATM impulsionîndu-se astfel direct lucrările de automatizare din rafinăria respectivă.

Rafinăriile să-şi pregătească cadre în această direcţie, fie în rafinăriile cu mai multe posibilităţi, fie în ţările prietene cu experienţă în acest domeniu.

b) Efectuarea unei acţiuni de completare şi extindere a sistemului de control şi reglare automată clasic pentru ridicarea nivelului tehnic al conducerii proceselor tehnologice.

c) Organizarea unei largi acţiuni de mărire a gradului de utilizare a aparatelor şi elementelor de automatizare, acţiune în care primul sprijin al automatiştilor să fie tehnologii, care pe această cale să adîncească cunoaşterea tehnologică a proceselor, ceea ce va duce la îmbunătăţirea conducerii spre optim a acestora.

d) Organizarea unor colective de cercetare formate din tehnologi şi automatişti, care să aibă în atenţie problemele de automatizare specifice rafinăriilor, şi în special acele pro-

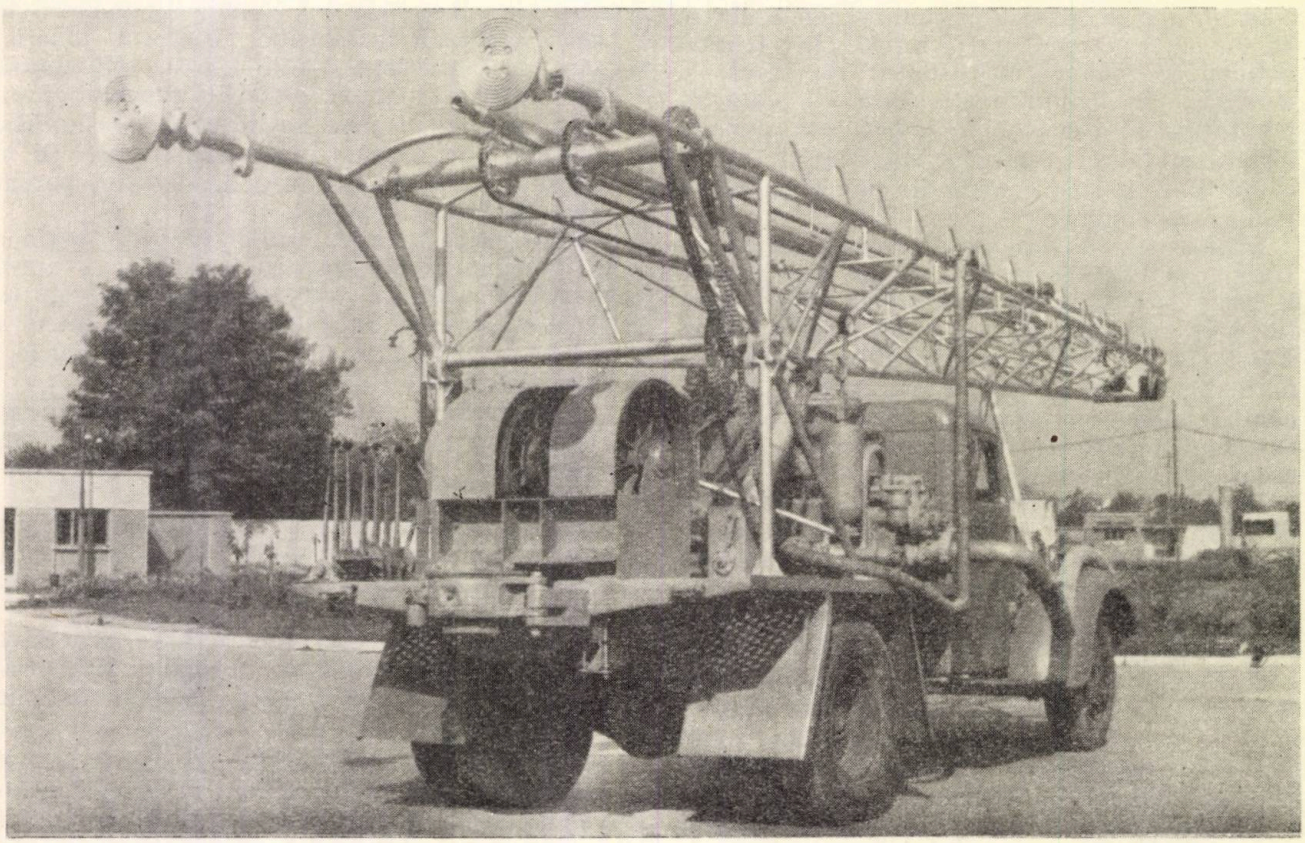
bleme care din anumite considerente tehnico-economice se cer rezolvate cu posibilități interne, și nu de import.

e) Întărirea colectivelor de proiectare în domeniul automatizării rafinăriilor, pentru a se da posibilitatea adîncirii acestor probleme de către specialiștii noștri.

f) Orientarea spre elaborarea la noi în țară a unor analizoare de calitate, care să ne dea posibilitatea culegerii unor informații mai exacte asupra funcționării instalațiilor și încercării de diverse scheme de reglare a acestora.

g) Intensificarea muncii de experimentare a tuturor elementelor și schemelor de reglare sau optimizare elaborate în țară sau venite din import, pentru alegerea soluțiilor optime.

În concluzie, din cele arătate se impun o serie de sarcini care stau în fața noastră pentru ridicarea nivelului tehnic al conducerii proceselor tehnologice din rafinării. Trebuie să tindem spre înlocuirea factorului subiectiv în interpretarea informațiilor și în comanda proceselor cu factorul obiectiv, prin reglarea automată.



Instalație de foraj structural S—25

O metodă pentru calculul temperaturilor optime de transport al țițeiurilor asfaltoase

Ing. A. SOARE

În cele ce urmează se va lua în considerație cazul ideal cînd țițeiul nu ia contact cu atmosfera pe traseul sonde—rafinărie. În acest caz, în calcule nu se va ține seamă de pierderile prin evaporare, a căror creștere este proporțională cu creșterea temperaturii.

Se va determina această temperatură optimă pentru următoarele două cazuri: presiunea de pompare este egală cu presiunea maximă suportată de conductă; presiunea de pompare este egală cu presiunea de regim a pompării.

Calculul se face pentru conductele cu diametru de 5 3/4, 8 5/8 și 10 3/4", cel mai des utilizate.

1. STABILIREA FORMULELOR DE CALCUL

Căderea de sarcină este dată de relația Darcy-Weissbach:

$$\Delta p = \lambda \frac{v^2}{2g} \cdot \frac{L}{d_i} \cdot \gamma \ [\text{kg/m}^2], \tag{1}$$

unde:

$\Delta p = p_1 - p_2$ reprezintă căderea de sarcină de-a lungul conductei;

p_1 — presiunea de pompare [kg/m²]:

$$p_1 = \frac{2(t-c)}{d_e} \sigma_a \ [\text{kg/cm}^2], \tag{2}$$

unde:

t este grosimea peretelui, cm;
c — coeficientul ce ține seamă de coroziune, cm;
σ_a — efortul admisibil;
d_e — diametrul exterior al conductei, cm;
p_2 — presiunea cu care ajunge fluidul de transportat la distanța L;
λ — coeficientul de pierdere de sarcină;
γ — greutatea specifică a țițeiului, kg/m³;
L — lungimea conductei, m.

Pînă la $Re = 10^5$, este valabilă relația lui Blasius:

$$\lambda = \frac{0{,}3164}{Re^{0.25}} \tag{3}$$

$$Re = \frac{v \cdot d_i}{\nu} \tag{4}$$

unde :

v este viteza de curgere, m/s;

d_i — diametrul interior al conductei, m;

ν — viscozitatea cinematică, m^2/s.

Tabela 1

DIAGRAMA DE VISCOZITATE A ŢIŢEIULUI DE MOŞOAIA

t (°C)	20	30	40	50	60
(cSt)	83,34	49,10	31,60	21,60	14,5

Tabela 2

$L = 60$ km

Nr. crt.	P_{max}								P_{reg}		
	t_i °C	t_f °C	t_m °C	γ t/m³	v m/s	Q m³/s	Q kg/h	Q t/zi	v m/s	Q m³/s	Q t/zi
					$10^{3/4''}$						
1	30	16	20,6	0,9104	1,19	0,0672	220 000	5 300	0,940	0,0471	3 720
2	40	22	28	0,9100	1,30	0,0734	240 000	5 700	0,985	0,0491	3 860
3	50	32	38	0,9090	1,33	0,0752	246 000	5 900	1,050	0,0525	4 130
4	60	34	42,6	0,9060	1,42	0,0800	258 000	6 200	1,080	0,0540	4 270
5	70	35	46,6	0,9040	1,46	0,0825	270 000	6 500	1,170	0,0550	4 320
					$8^{5/8''}$						
1	30	15	20	0,9104	1,21	0,0412	134 000	3 240	0,81	0,0276	2 170
2	40	17,5	25	0,9100	1,23	0,0420	137 000	3 300	0,82	0,0278	2 190
3	50	21	30,6	0,909	1,28	0,0435	143 000	3 430	0,85	0,0289	2 270
4	60	24	36	0,906	1,34	0,0458	150 000	3 600	0,875	0,0298	2 320
5	70	26	40,6	0,904	1,36	0,0463	152 000	3 680	0,90	0,0306	2 390
					$5^{3/4''}$						
1	30	11,8	17,9	0,9104	1,01	0,0131	43 000	1 025	0,570	0,00760	595
2	40	12,8	22,2	0,909	1,05	0,0136	44 500	1 070	0,580	0,00765	600
3	50	14	26	0,909	1,13	0,0145	47 500	1 140	0,592	0,00772	610
4	60	15,1	30	0,906	1,16	0,0150	49 000	1 180	0,623	0,00805	632
5	70	17,5	35	0,904	1,21	0,0156	51 000	1 220	0,670	0,00865	678

Variația greutății specifice cu temperatura se determină cu ecuația :

$$\gamma_t = \frac{\gamma_{15}}{1 + \beta(t - 15)} \ [kg/m^3] \qquad (5)$$

unde :

γ_{15} este greutatea specifică a țițeiului la 15°C ;
γ_t — greutatea specifică a țițeiului la temperatura corespunzătoare ;
β — coeficientul de corecție a greutății specifice. Se găsește tabulat.

Înlocuim pe λ din (1) cu valoarea sa din (3) și ținînd cont de (4) reiese :

$$\Delta p = \frac{0{,}3164}{\left(\frac{d_i}{\nu}\right)^{0{,}25}} \cdot v^{7/4} \frac{L.\gamma}{2gd_i}$$

Tabela 3

$L = 30$ km

Nr. crt.	P_{max}								P_{rog}		
	t_i °C	t_f °C	t_m °C	γ t/m³	v m/s	Q m³/s	Q kg/h	Q t/zi	v m/s	Q m³/s	Q t/zi
					$10^{3,4''}$						
1	30	24,4	26,3	0,9104	1,79	0,101	350 000	8 400	1,44	0,072	5 630
2	40	32	34,7	0,9100	2,00	0,113	370 000	8 900	1,50	0,075	5 890
3	50	40	43,3	0,909	2,14	0,121	394 000	9 500	1,62	0,081	6 350
4	60	48	52	0,906	2,23	0,126	414 000	9 920	1,65	0,083	6 500
5	70	56	60,7	0,904	2,35	0,133	432 000	10 350	1,69	0,0845	6 600
					$8^{5,8''}$						
1	30	23	25,3	0,9104	1,92	0,0655	207 000	4 960	1,201	0,0412	3 240
2	40	30	33,3	0,9100	1,96	0,0668	218 000	5 250	1,22	0,0415	3 270
3	50	37,5	41,7	0,9090	2,00	0,0682	224 000	5 380	1,34	0,0455	3 580
4	60	45	50	0,9060	2,16	0,0733	240 000	5 760	1,405	0,0478	3 760
5	70	52	57,3	0,9040	2,20	0,0749	246 000	5 920	1,46	0,0496	3 810
					$5^{3/4''}$						
1	30	19	22,7	0,9104	1,65	0,0212	69 000	1 660	0,860	0,0110	885
2	40	24	29,3	0,9100	1,76	0,0228	74 500	1 780	0,899	0,0115	910
3	50	29,5	36,3	0,9090	1,94	0,0251	79 400	1 910	0,940	0,0122	960
4	60	35	43,3	0,9060	1,99	0,0256	81 000	1 940	0,960	0,0124	980
5	70	42	51,3	0,9040	2,07	0,0269	88 000	2 110	1,040	0,0134	1 055

de unde :

$$v = \left[\frac{\Delta p 2gd}{0{,}3164\gamma L}\sqrt[4]{\frac{d_i}{\nu}}\right]^{0{,}572} \qquad (6)$$

și ținînd cont de ecuația continuității :

$$Q = v.S = S\left[\frac{\Delta p 2gd}{0{,}3164\gamma L}\sqrt[4]{\frac{d_i}{\nu}}\right]^{0{,}572} \qquad (7)$$

2. MODUL DE LUCRU

Urmează să se traseze curba $Q = f(t)$ pentru fiecare lungime de conductă, pentru fiecare diametru din cele expuse mai sus și pentru următoarele temperaturi de pompare : 30, 40, 50, 60 și 70°C.

Pentru a trasa această curbă avem nevoie de temperaturile medii de transport și de debite. Debitul se poate calcula cu relația (7), alegîndu-se temperatura finală cu care se poate calcula și temperatura medie :

$$t_m = \frac{1}{3}t_i + \frac{2}{3}t_f. \qquad (8)$$

Din diagrama de viscozitate se alege valoarea viscozității la această temperatură medie. Debitul calculat cu această viscozitate va trebui să verifice relația lui V.G.Suhov :

$$\log\frac{t_i - t_s}{t_f - t_s} = 0{,}434\frac{\pi . K . d_i L}{cQ_G} \qquad (9)$$

de unde :

t_i este temperatura inițială de pompare, °C ;
t_f — temperatura finală, °C ;
t_s — temperatura solului, °C. Media anuală = 10°C ;
K — coeficientul total de transmisie a căldurii, kcal/m². h.°C. Pentru soluri variate și calcul aproximativ : K = 2 kcal/m².h.°C) ;
c — căldura specifică a țițeiului, kcal/kg.°C. După Karavaev : $c = 0{,}4825 + 0{,}00077\ (t - 100)$;
Q_G — debitul gravimetric, kg/h.

Se va alege din nou temperatura finală pînă ce debitul calculat cu viscozitatea corespunzătoare acestei temperaturi va verifica relația (9).

3. REZULTATE

Toate calculele sînt trecute în tabelele 2 și 3. În continuare s-a trasat diagrama $Q = f(L)$.

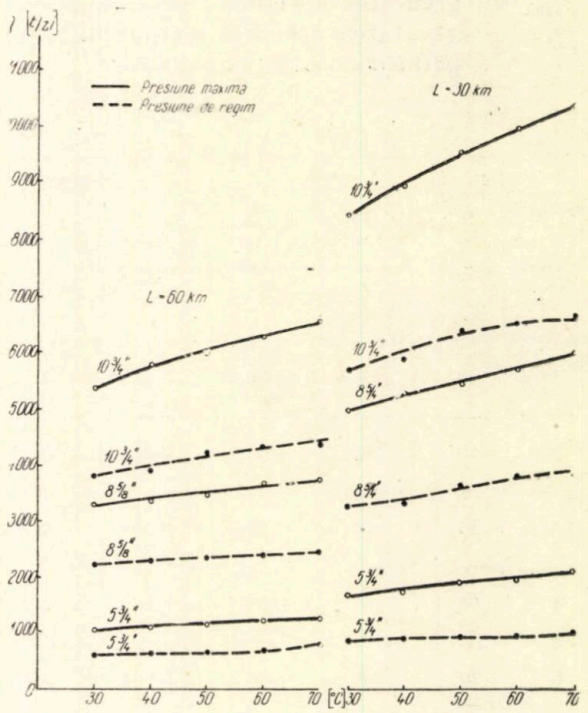
Din ecuația (7) reiese :

$$Q = S\left[\frac{\Delta p 2gd}{0{,}3164\gamma}\sqrt[4]{\frac{d_i}{\nu}}\right]^{0{,}572}\frac{1}{L^{0{,}572}}, \qquad (10)$$

rezultatele fiind trecute în tabela 4.

4. CONCLUZII

Diagrama $Q = f(L)$ ne servește pentru un calcul orientativ al capacității de transport a diferitelor conducte, de diverse lungimi, în cazul cînd nu există asemenea diagrame pentru fiecare diametru de conductă, pentru fiecare calitate de țiței și pentru fiecare lungime de conductă. Ea este calculată cu proprietățile



F.g. 1.

Tabela 4

$10^{3}/_{4}''$

L (m)	10 000	20 000	30 000	40 000	50 000	60 000
Q_{pmax} (t/zi)	17 300	10 150	8 700	6 680	6 180	5 400
Q_{pr} (t/zi)	12 550	7 460	5 950	5 080	4 410	4 060
$8^{5}/_{8}''$						
Q_{pmax} (t/zi)	9 900	5 800	5 000	3 840	3 530	3 120
Q_{pr} (t/zi)	7 450	4 400	3 530	3 000	2 620	2 400
$5^{3}/_{4}''$						
Q_{pmax} (t/zi)	3 460	2 020	1 730	1 320	1 220	1 080
Q_{pr} (t/zi)	1 980	1 180	944	804	700	645

țițeiului de Moșoaia, la o temperatură medie de transport de 32°C.

Cu cît lungimea conductei este mai mare, cu atît debitul pompat este mai mic, debitul variind aproximativ invers proporțional cu lungimea după legea $Q \times L^{0,572} = \text{constant}$.

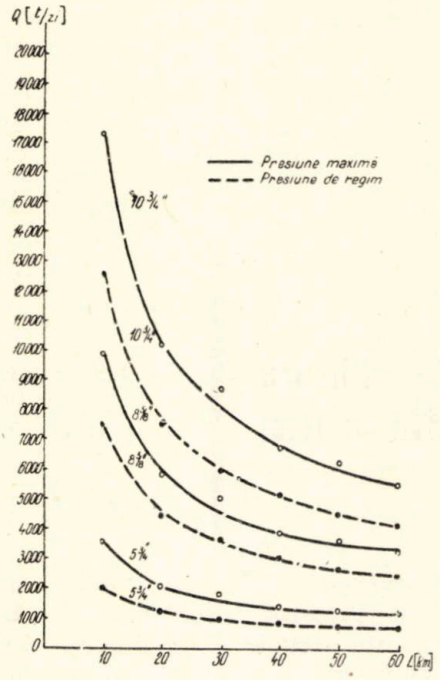
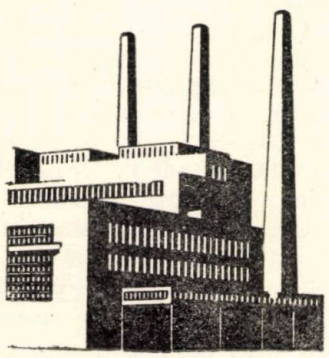


Fig. 2.

Cu cît diametrul conductei este mai mare, cu atît sporul de debit pompat prin mărirea presiunii de la presiunea de regim la presiunea maximă este mai mare.

Variația debitului cu temperatura fiind aproape proporțională, cu cît va crește temperatura va crește și debitul. Pentru o conductă de 10 3/4″ de 60 km, mărind presiunea de pompare de la presiunea de regim (44 atm) la cea maximă (66 atm), putem pompa în plus la temperatura inițială 5 300—3 720 = 1 580 t, adică cu 42,5% în plus, deci se mărește capacitatea de transport a conductei cu 42,5%. Pentru temperatura inițială de pompare de 70°C. pompăm mai mult cu 6 500 — 4 320 = = 2 180 t, adică cu 50,5%, sau capacitatea de transport a conductei crește cu 50,5%.

Mergînd pe menținerea aceleiași presiuni de regim, dar variind numai temperatura de pompare, se observă că mărind temperatura de pompare de la 30 la 70°C putem pompa mai mult cu 4 320 — 3 720 = 600 t, adică cu 16%. De aici reiese că pentru a mări capacitatea de transport a unei conducte trebuie să se mărească presiunea de pompare — deci conducta de înaltă presiune —, iar nu să crească temperatura de pompare, care favorizează pierderi prin evaporare.



Considerații privind alegerea tensiunii optime de utilizare pentru acționările electrice în industria extractivă de țiței

Ing. T. COMĂNESCU,
ing. I. HUHULEA,
ing. V. NITU

În condițiile în care industria extractivă de țiței devine un consumator important de energie electrică, problema dimensionării economice a rețelelor de distribuție trebuie rezolvată pe baza unor studii tehnico-economice care să țină seama de complexitatea factorilor care intervin și de particularitățile proprii industriei extractive de țiței, ai cărei consumatori sînt repartizați pe suprafețe foarte întinse.

În schelele petroliere din R.P.R., instalațiile de forță sînt alimentate în majoritatea cazurilor la tensiunea de 500 V.

La unele schele petroliere vechi, care pînă în anul 1947 au cunoscut o anumită dezvoltare, întîlnim și tensiunea de 1 000 V, de la acea dată folosindu-se însă în exclusivitate tensiunea de 500 V.

I. STADIUL ACTUAL AL NORMALIZĂRII TENSIUNILOR ÎN GENERAL ȘI ÎN INDUSTRIA EXTRACTIVĂ ÎN SPECIAL

Problema alegerii tensiunilor optime, atît în instalațiile de producere și transport, cît și în instalațiile de distribuție și de utilizare, a preocupat cercurile de specialitate. Astfel, în funcție de specificul fiecărei țări, s-au răspîndit diferite tensiuni.

La noi în țară, în instalațiile industriale întîlnim pentru acționări tensiunea de 220/380 V, iar în unele sectoare industriale (petrol, cărbune) tensiunea de 500—1 000 V. De altfel, se remarcă în toate țările orientarea spre tensiuni superioare tensiunii de 380 V.

Reflectînd această tendință, Comitetul Electrotehnic Internațional a supus discuției, la sesiunea din 1962, următoarele propuneri pentru rețelele trifazate cu tensiuni cuprinse între 100 și 1 000 V.

În U.R.S.S. a apărut de curînd un nou standard privind tensiunile nominale. În noul standard, tensiunile se împart în trei grupe: pînă la 100 V, de la 100 la 1 000 V și mai mari de 1 000 V.

În tabela 2 se indică tensiunile nominale ale rețelelor electrice, surselor și receptoarelor de energie electrică pînă la 1 000 V.

Din standardul sovietic actual, spre deosebire de cel vechi, s-a exclus tensiunea de linie de 127 V pentru rețele și consumatori și tensiunea de 133 V pentru generatoare și înfășurările secundare ale transformatoarelor. În schimb, s-a introdus tensiunea de linie 660 V pentru rețele și receptoare de energie electrică, precum și pentru înfășurările primare ale transformatoarelor.

Tabela 1

Varianta I	Varianta II
220/380	120/208
500*	240/415
660**	600*

* Valori care nu trebuie acceptate pentru distribuție publică.
** Valoarea de 660 V se indică ca bază de discuție.

Tabela 2

CURENT ALTERNATIV

Rețele și receptoare de energie electrică		Monofazat	Generatoare de curent trifazic	Transformatoare			
				Curent trifazat		Curent monofazat	
Trifazat							
tensiunea de linie	tensiunea de fază			înfășurări primare	înfășurări secundare	înfășurări primare	înfășurări secundare
220	127	127	—	—	—	127	133
380	220	220	230	220	230	220	230
660	380	380	400	380	400	380	—
—	—	—	690	660	690	660	—

Pentru generatoare și înfășurările secundare ale transformatoarelor s-a introdus tensiunea de linie de 690 V.

Prin introducerea tensiunii de 660 V s-a exclus din noul standard tensiunea de 500 V.

Atît din materialele recente ale CEI, cît și din standardele sovietice și ale altor țări, rezultă clar orientarea spre tensiuni mai mari în producerea, transportul și distribuția energiei electrice.

II. INFLUENȚA CREȘTERII TENSIUNII ASUPRA ELEMENTELOR COMPONENTE ALE INSTALAȚIILOR ELECTRICE PÎNĂ LA 1000 V

1. *Liniile electrice aeriene.* Pentru liniile electrice aeriene destinate să funcționeze pînă la tensiunea de 1 000 V se folosesc aceleași izolatoare, suporți și elemente geometrice, ca la liniile de joasă tensiune. Prescripțiile pentru construcția liniilor aeriene de energie electrică prevăd condiții tehnice separate pentru liniile pînă la 1 000 V și peste 1 000 V, în ceea ce privește distanțele între conductoare, distanțele față de pămînt, ipotezele de calcul mecanic, coeficienții de siguranță ai conductoarelor și stîlpilor etc.

În ipoteza folosirii tensiunii de 1 000 V, deși rezultă din considerente de densitate economică secțiuni mai mici, din considerente mecanice acestea nu se aleg inferioare secțiunii de 16 mm^2.

În cazurile în care se folosește pentru distribuție o tensiune superioară tensiunii de 380 V, așezarea conductoarelor de tensiuni superioare (660, 1 000 V) se poate face astfel încît să permită montarea pe același stîlp și a circuitelor de joasă tensiune.

2. *Cablurile electrice.* În întreprinderile industriale, inclusiv industria extractivă de țiței, se folosesc pe scară largă cablurile electrice. Deoarece cablurile electrice se fabrică pentru tensiunea de 1 000 V, costul lor la aceeași secțiune nu este în general afectat de valoarea tensiunii, dacă aceasta este egală sau mai mică decît 1 000 V, depinzînd însă de tipul izolației adoptat.

Prin trecerea la tensiuni superioare tensiunii de 380 V, secțiunea conductoarelor poate fi micșorată cu una sau două trepte.

3. *Motoarele electrice.* Introducerea tensiunii de 660 V lărgește domeniul de folosire a motoarelor, comparativ cu tensiunea de 380 V. Motoarele folosite la tensiunea de 660 V cu conexiuni stea pot fi utilizate la tensiunea de 380 V în conexiunea triunghi.

Prin trecerea la tensiunea de 660 V, costul motoarelor se mărește pînă la 25% față de motoarele corespunzătoare de la tensiunea de 380 V, în condițiile existenței unei game largi de motoare. Pentru motoarele de putere pînă la 10 kW, creșterea costului se apreciază la circa 5%. Prin trecerea motoarelor la tensiunea de 1 000 V, se apreciază o scumpire de circa 20% față de tensiunea de 380 V. Randamentul motoarelor se micșorează prin trecerea tensiunii de la 380 la 660 sau 1 000 V, prin aceea că prin mărirea tensiunii se micșorează coeficientul de umplere cu cupru a crestăturilor.

Creșterea volumului și greutății motoarelor de 660 V se apreciază la circa 5%, iar a motoarelor de 1 000 V la circa 20% față de motoarele de 380 V. În mod corespunzător se consideră că și pierderile de putere în motoare vor crește cu 0,2% la tensiunea de 660 V și cu 0,8% la tensiunea de 1 000 V, față de motoarele cu tensiunea nominală 380 V.

4. *Aparatura de comutație, comandă și transformatoarele.* Alegerea aparaturii de comutație și comandă se face în funcție de mărimea curentului, tensiunii și puterii de scurtcircuit.

Deoarece la tensiunea de 660 V, curentul se micșorează de $\sqrt{3}$ ori față de tensiunea de 380 V, aceasta va duce la scăderea consumului de metal în bare, elemente de legătură etc.

Pentru instalațiile obișnuite, literatura de specialitate consideră o scumpire datorită măririi distanțelor, întăririi izolației etc. de circa 10% pentru tensiunea de 660 V și 30% pentru tensiunea de 1 000 V, în comparație cu aparatele produse pentru tensiunea de 380 V.

Fabricarea transformatoarelor cu tensiunea secundară de 660 sau 1 000 V nu reclamă nici un fel de dificultăți constructive, economice, încadrîndu-se în limitele acceptabile.

III. CRITERIILE PRINCIPALE PENTRU DETERMINAREA TENSIUNILOR OPTIME

Alegerea tensiunilor se face pe baza luării în considerare a investițiilor și cheltuielilor de exploatare, cu evidențierea pentru fiecare

soluție a consumului de metale neferoase și a pierderilor de putere.

Deoarece o dată cu creșterea tensiunii investițiile cresc, iar cheltuielile de exploatare, ca urmare a ponderii mari a pierderilor electrice scad, curba cheltuielilor totale va avea forma unei hiperbole, al cărei minim ne va da tensiunea optimă.

În literatura de specialitate se întîlnesc numeroase formule simplificate, cu coeficienți numerici deja stabiliți, dar care nu permit găsirea celei mai corespunzătoare valori a tensiunii, datorită formei lor simplificate.

În țara noastră se folosește aproape în exclusivitate metoda complexă de calcul tehnico-economic. De asemenea, în scopul efectuării unui volum mai redus de calcule se folosesc și relații mai simplificate, care țin însă seamă de principalii parametri ai rețelei.

A. Metoda complexă tehnico-economică

Indicii de bază care trebuie luați în considerare la alegerea unei anumite variante sînt următorii:

1. Investițiile, I, reprezintă totalitatea cheltuielilor pe care le suportă economia națională pentru procurarea și montajul mașinilor, realizarea construcțiilor, instalațiilor auxiliare etc., precum și cheltuielile inițiale necesare realizării întreprinderilor conexe (deschideri de mine, de sonde de extracție a gazului etc.).

2. Costul producției (kWh), c, reprezintă exprimarea în formă bănească a cheltuielilor necesare realizării producției.

3. Termenul de răscumpărare, T, reprezintă timpul în care se răscumpără investițiile suplimentare dintr-o variantă, prin economiile la cheltuielile de exploatare, față de altă variantă.

Necesitatea calculării termenului de răscumpărare apare atunci cînd o variantă prezintă investiții mai mari și cheltuieli de exploatare mai mici, iar altă variantă prezintă investiții mai mici și cheltuieli de exploatare mai mari.

În comparația variantelor de proiectare ce se întîlnesc în cazurile practice, pot interveni următoarele situații:

$$1)\ I_1 > I_2 \text{ și } C_1 > C_2$$

$$2)\ I_1 > I_2 \text{ și } C_1 < C_2$$

În primul caz, varianta cea mai bună va fi aceea în care cheltuielile totale sînt cele mai mici. În cel de-al doilea caz, este necesar a verifica în cît timp se recuperează diferența de investiții, prin economiile făcute în cheltuielile de exploatare. Pentru aceasta este necesară folosirea termenului de recuperare:

$$\frac{\Delta I}{\Delta C} = T; \text{ sau } \frac{1}{T} = \frac{\Delta I}{\Delta C} = p.$$

Mărimea inversă termenului de recuperare (T) reprezintă eficacitatea economică și se notează cu p.

Cu ajutorul termenului de recuperare, care este diferit de termenul de recuperare a întregii investiții, se poate hotărî numai eficacitatea relativă a investițiilor suplimentare dintr-o variantă față de alta.

Termenul de recuperare se alege în funcție de condițiile specifice ale economiei naționale dintr-o anumită perioadă, de ritmul de dezvoltare a domeniului respectiv. În R.P.R., valoarea termenului de recuperare s-a normat la 10 ani.

Adesea, însă, termenul de recuperare nu poate servi singur drept criteriu în alegerea unei soluții sau a alteia, din cauza apropierii valorilor atît ale investițiilor, cît și ale cheltuielilor de exploatare. În acest caz trebuie să intervină alte elemente decisive.

Deoarece toate rețelele reprezintă elemente ale sistemului energetic, toate calculele se fac după prețurile de cost.

Costul pierderilor se face după costul unui kW instalat într-o centrală modernă de condensație, cu grupuri de puteri unitare de 10% din puterea sistemului.

La compararea variantelor cu un consum important de putere reactivă, se recomandă să se ia în considerare și cheltuielile legate de producția și transportul energiei reactive.

Însumarea cheltuielilor totale compuse din investiții și cheltuieli de exploatare pe o perioadă oarecare de timp (în cadrul sau egală cu termenul de recuperare) poate duce la următoarele relații între variantele ce se compară:

$$I_1 + TC_{E_1};\ I_2 + TC_{E_2},$$

unde:

I reprezintă investițiile;
C_E — cheltuielile de exploatare;
T — termenul de recuperare.

Dintre variantele comparate, cea mai economică va fi varianta în care cheltuielile totale anuale vor fi minime.

Astfel, s-a introdus denumirea de cheltuieli de calcul anuale Z, care provin din relațiile de mai sus, prin dividerea cu T:

$$Z = C_E + \frac{I}{T} \text{ sau } Z = C_E + pI.$$

Varianta care va prezenta pentru Z valoarea minimă va rezulta ca cea mai economică, dacă satisface și alte cerințe ale economiei naționale.

În cazul în care într-una din variante durata execuției este mai mare, ceea ce duce la blocarea de fonduri pentru o anumită perioadă t, se calculează investiția echivalentă după relația:

$$I_{echiv.} = I_1(1+p)^{t-1} + I_2(1+p)^{t-2} + I_3(1+p)^{t-3} + I_4(1+p)^{t-4}.$$

Pentru ca variantele ce se studiază să poată fi comparabile, este necesar ca ele să fie aduse la echivalență din punct de vedere energetic.

Dacă, însă, în cadrul variantelor analizate, aspectele siguranței în alimentarea cu energie electrică au o importanță deosebită, ca, de exemplu, schemele electrice de alimentare a rafinăriilor, industriilor petrochimice, instalațiilor de foraj, extracție etc., atunci la cheltuielile totale trebuie adăugate și pagubele bănești provenite din întreruperi. Astfel, dacă cheltuielile totale le-am reprezentat prin:

$$C_T = I + TC_E ,$$

cu luarea în considerare a pagubelor, expresia de mai sus devine:

$$C_T = I + T(C_E + E_{av}C_{E\cdot av}) ,$$

unde:

I reprezintă investițiile;
T — timpul de recuperare;
C_E — cheltuielile totale de exploatare;
E_{av} — energia nelivrată din cauza de avarii în decurs de un an;
$C_{E\cdot av}$ — valoarea specifică a pagubelor în lei pe kWh.

B. Metoda simplificată

În cadrul acestei metode, se expun considerentele privind alegerea secțiunii optime, numărul de posturi de transformare și tensiunea optimă.

Calculul secțiunii economice a conductoarelor pentru linii aeriene de 380—1 000 V. Deși metoda de calcul este bine cunoscută din literatura tehnică, totuși este necesar a se arăta pe scurt în cazul de față calculul secțiunii economice, cu scopul de a deduce formule din care să rezulte influența tensiunii asupra investițiilor și a cheltuielilor anuale de exploatare.

Cheltuielile anuale referitoare la costul unei linii pot fi exprimate prin următoarea relație simplă și admisă în general:

$$C_L = a + b\cdot s \qquad (1)$$

în care:

C_L reprezintă cheltuieli anuale, în lei/km.an;
a — cota de cheltuieli referitoare la costurile constante ale liniei (stîlpi, gropi, suporți, izolatoare, montaj, transport) fără conductoare, în lei km. an;
b — cota de cheltuieli referitoare la conductoare, în lei/mm². km. an;
s — secțiunea conductoarelor, în mm².

Costul pierderilor de energie în linii se exprimă prin relațiile:

$$C_e = 3I^2 \frac{\rho}{s}\cdot c ; \qquad (2)$$

pentru sarcină concentrată la capătul liniei sau:

$$C_e = I^2 \frac{\rho}{s}\cdot c ; \qquad (2')$$

pentru sarcină uniformă repartizată, în care:

C_e este costul pierderilor de energie, în lei km/an;
I — curentul maxim, în A;
ρ — rezistivitatea conductoarelor, în Ω. mm²/m;
$c = \tau e + i$, în lei/kW.an;

în care:

e este costul energiei, în lei/kWh;
i — costul puterii instalate în centralele electrice, în lei/kW.an;
$\tau = f(T_{max})$ avînd ca parametru $\cos\varphi$;
T_{max} — durata de utilizare a puterii maxime, în ore/an;
τ — durata de pierderi a energiei, în ore/an.

Cheltuielile anuale de exploatare C referitoare la linii sînt:

$$C_t = a + b\cdot s + 3I^2\frac{\rho}{s}\cdot c.$$

Înlocuind I prin $\frac{P}{\sqrt{3}\cdot U}$, în care P este puterea maximă în kVA și U tensiunea în kV, obținem:

$$C_t = a + b\cdot s + \frac{P^2}{U^2}\cdot\frac{\rho}{s}\cdot c, \qquad (3)$$

C_t reprezentînd cheltuieli, în lei/km.an.

Valoarea secțiunii conductoarelor pentru care cheltuielile anuale de exploatare devin minime se obține egalînd cu zero derivata parțială a funcției $C_t = f(s\cdot U)$ în raport cu variabila s:

$$\frac{\partial C_t}{\partial s} = b - \frac{P^2}{U^2}\cdot\frac{\rho}{s^2}\cdot c = 0.$$

De aici se obține secțiunea economică s_e a conductoarelor:

$$s_e = \frac{P}{U}\sqrt{\frac{\rho c}{b}}, \text{ mm}^2. \qquad (4)$$

Luînd ca variabile s_e și U, pentru o anumită putere P considerată ca parametru, relația (4) se poate prezenta sub forma:

$$s_e\cdot U = P\sqrt{\frac{\rho\cdot c}{b}} = \text{const.} \qquad (4')$$

Cu ecuația (4') se poate construi o familie de hiperbole echilatere, avînd ca parametru P.

Din ecuația (4) se constată că, pentru o anumită putere, secțiunea economică este invers proporțională cu tensiunea de transport sau de distribuție.

Dacă în ecuația cheltuielilor totale (3) se introduce valoarea secțiunii economice din ecuația (4), se obține suma minimă a cheltuielilor anuale de exploatare:

$$C_t = a + \frac{P}{U}\sqrt{\rho \cdot c \cdot b} + \frac{P}{U}\sqrt{\rho \cdot c \cdot b} =$$

$$= a + 2\,\frac{P}{U}\sqrt{\rho \cdot c \cdot b}\,. \qquad (5)$$

Ecuația (5) exprimă că, pentru o exploatare economică, se impune ca cheltuielile anuale care depind de secțiunea conductorilor liniei să fie egale cu cheltuielile corespunzătoare pierderilor anuale de energie.

Dacă facem abstracție de termenul a, care poate fi considerat ca o constantă în cazul de față, care se referă la tensiuni pînă la 1 000 V, se obține relația (6), care va servi de bază pentru calcule:

$$C_{s_e} = 2\sqrt{\rho \cdot c \cdot b}\,\frac{P}{U}\text{, lei/km. an;} \qquad (6)$$

pentru sarcină concentrată la capătul liniei, iar:

$$C_{s_e} = 2\sqrt{\frac{\rho \cdot c \cdot b}{3}} \cdot \frac{P}{U}\text{, lei/km. an,} \qquad (6')$$

pentru sarcină uniform repartizată.

Densitatea de curent economică i_e, pentru sarcină concentrată la capătul liniei sau pentru sarcină uniform repartizată, va avea valorile date de relațiile (7), respectiv (7'):

$$i_e = \frac{I}{s_e} = \sqrt{\frac{b}{3\rho c}}\text{, A/mm}^2\text{;} \qquad (7)$$

$$i_e = \frac{I}{s_e} = \sqrt{\frac{b}{\rho c}}\text{, A/mm}^2\text{.} \qquad (7')$$

Prin urmare, densitatea de curent economică este independentă de tensiune, de puterea transmisă și de distanță. Aceasta depinde de caracteristicile metalului folosit pentru conductoare, de durata de utilizare a puterii maxime, de prețul unitar al energiei și de cel al puterii instalate în centrale.

Totodată, căderea de tensiune ohmică, pe unitatea de lungime, va avea următoarele valori:

$$\Delta U = \sqrt{3}\,RI = \sqrt{3}\,\frac{\rho \cdot l}{s_e} \cdot s_e \sqrt{\frac{b}{3\rho c}} = \sqrt{\frac{\rho \cdot b}{c}}\text{, V/km} \qquad (8)$$

$$\Delta U = \sqrt{3}RI = \sqrt{3}\,\frac{\rho \cdot l}{s_e} \cdot s_e \sqrt{\frac{b}{\rho c}} = \sqrt{\frac{3 \cdot \rho \cdot b}{c}}\text{, V/km.} \qquad (8')$$

Rezultă deci că, în condiții de exploatare economică, căderea de tensiune ohmică pe unitatea de lungime are o valoare determinată de aceiași factori de care depinde densitatea de curent economică.

Determinarea numărului optim de posturi de transformare. Sondele cu pompă de adîncime, fiind în număr foarte mare și răspîndite pe suprafețe considerabile, necesită un număr mare de posturi de transformare, din care pleacă mai multe linii principale, la care se racordează sondele.

Din punctul de vedere al investițiilor, numărul optim de posturi de transformare este acel număr pentru care suma investițiilor necesare construcției liniilor principale de joasă tensiune și a posturilor de transformare aferente devine minimă. Este necesar deci a exprima aceste investiții în funcție de numărul posturilor de transformare, luînd ca parametru tensiunea de distribuție la joasă tensiune.

În acest scop, vom considera o linie principală de lungime L, din care se racordează de o parte și de alta a ei un număr anumit de sonde și prin care se distribuie o sarcină oarecum uniform repartizată p, în kW/km, din n posturi de transformare cu o putere totală de $P = p \cdot L$, situate la distanțe $l = \frac{L}{n}$. Admițînd că fiecare porțiune din linia principală care se află între două posturi este alimentată de la ambele capete din cele două posturi, în aceste condiții fiecare post va debita în fiecare din cele două tronsoane din distanța l, adiacente postului, jumătate din puterea sa, adică:

$$\frac{p \cdot L}{2n} = \frac{P}{2n}.$$

În acest caz, secțiunea întregii linii L va fi calculată pentru o putere $\frac{p \cdot L}{2n}$, și deci secțiunea economică a liniei principale va avea următoarea valoare, sarcina fiind uniform repartizată:

$$s_e = \frac{p \cdot L}{2}\sqrt{\frac{\rho \cdot c}{3b}} \cdot \frac{1}{U \cdot n}.$$

Costul liniei de lungime L cu secțiune economică va fi de forma:

$$C_{Le} = A \cdot L + 3 \cdot L \cdot \gamma_{Al} \cdot c_{Al} \cdot \frac{p \cdot L}{2}\sqrt{\frac{\rho c}{3b}} \cdot \frac{1}{U \cdot n},$$

sau:

$$C_{Le} = A \cdot L + B\,\frac{1}{U \cdot n}\text{,} \qquad (9)$$

în care :

C_{Le} este costul liniei, în lei;
A — costul liniei, exclusiv costul conductoarelor, în lei/km;
L — lungimea liniei, în km;
p — sarcina uniform repartizată, în kW/km;
γ_{Al} — greutatea specifică a funiei de Al, în kg/dm^3;
c_{Al} — costul funiei de Al, în lei/kg;

$$B = 3\gamma_{Al} \cdot c_{Al} \cdot \frac{p \cdot L^2}{2} \cdot \sqrt{\frac{\rho \cdot c}{3b}}, \text{ lei. } U.$$

Costul a n posturi de transformare este de forma :

$$C_{pt} = C \cdot n + C_t \cdot p \cdot L = C \cdot n + D, \quad (10)$$

în care :

C este costul unui post de transformare, exclusiv costul transformatoarelor, în lei;
D — costul transformatoarelor, în lei;
C_t — prețul de cost al transformatoarelor, în lei/kVA; $p \cdot L = P$, kVA.

Pentru aceeași putere unitară și aceeași tensiune primară, costul transformatoarelor cu tensiuni secundare de 380—1 000 V este același. Pentru simplificarea calculelor se poate admite că pentru puteri unitare apropiate (200—400 kVA), prețul de cost al transformatoarelor C_t este de asemenea același.

În ecuația (10) nu s-a introdus un factor de cost dependent de tensiunea secundară, deoarece, pe de o parte, aparatajul de joasă tensiune are o pondere mică în costul total al unui post de transformare și scumpirea acestui aparataj între 380 și 1 000 V este de asemenea mică, iar, pe de altă parte, pentru tensiuni mai mari, costul conductoarelor izolate și al cablurilor subterane pînă la 1 000 V descrește, dat fiind că secțiunea acestora este invers proporțională cu tensiunea.

Suma totală a investițiilor C_{tot} pentru linia principală L și pentru n posturi de transformare este :

$$C_{tot} = A \cdot L + B \frac{1}{U \cdot n} + C \cdot n + D. \quad (11)$$

Considerînd U ca parametru și egalînd cu zero derivata parțială a funcției C_{tot} în raport cu n, se obține numărul de posturi de transformare pentru care investițiile devin minime :

$$\frac{\partial C_{tot}}{\partial n} = -\frac{B}{U} \cdot \frac{1}{n^2} + C = 0,$$

de unde :

$$n = \sqrt{\frac{B}{C} \cdot \frac{1}{U}} \quad (12)$$

Înlocuind în ecuația (11) n prin valoarea sa (12), se obține C_{tot} minim :

$$C_{tot} \text{ minim} = A \cdot L + D + 2\sqrt{\frac{BC}{U}}. \quad (13)$$

Însemnînd cu C_i costul unei linii de înaltă tensiune, inclusiv aparatajul respectiv la plecare, costul total $C_{i.t}$ al liniilor de înaltă tensiune va fi dat de relația :

$$C_{i.t} = C_i \cdot n = C_i \sqrt{\frac{B}{C} \cdot \frac{1}{U_j}}, \text{ lei} \quad (14)$$

Admițînd că liniile de mare tensiune au aceeași secțiune și că fiecare linie are aproximativ aceeași lungime L_i prin care se transportă o putere $\frac{P}{n}$ corespunzătoare puterii postului respectiv, pierderile anuale de energie C_{ie} în n linii se pot calcula după formula :

$$C_{ie} = n \cdot \frac{P^2}{n^2 \cdot U^2} \cdot \frac{\rho \cdot L_i}{s} c = \frac{P^2 \cdot \rho \cdot L_i \cdot c}{U_i^2 \cdot s \sqrt{\frac{B}{C} \frac{1}{U_j}}}, \text{ lei, } (15)$$

în care :

P este puterea totală transportată, în kVA;
U_i — înalta tensiune (6—25 kV);
U_j — joasa tensiune (0,38—1 kV).

Din formulele (14) și (15) se constată că, pe de o parte, costul liniilor de mare tensiune este invers proporțional cu rădăcina pătrată a tensiunii secundare U_j, iar pe de altă parte, pierderile anuale de energie în cele n linii de mare tensiune sînt direct proporționale cu rădăcina pătrată a tensiunii secundare.

Pierderile de energie pot fi reduse mărind secțiunea conductoarelor liniilor de înaltă tensiune în mod corespunzător, în funcție de tensiunea secundară, dar în același timp și în aceeași măsură se mărește costul conductoarelor liniilor de înaltă tensiune.

Prin urmare, în calculul de față, care se referă la determinarea tensiunii secundare optime, nu se va lua în considerare costul conductoarelor liniilor de înaltă tensiune și nici costul pierderilor de energie în aceste linii. Este însă justificat de a se ține seamă de costul liniilor, exclusiv costul conductoarelor, precum și de costul aparatajului montat la plecarea liniilor din stația de înaltă tensiune.

În acest caz, cota care urmează a fi adăugată la investițiile pentru linia principală de joasă tensiune va avea următoarea valoare:

$$C_{i.t}=(a_i L_i + c_a)\, n = (a_i L_i + c_a)\sqrt{\frac{B}{C}\cdot\frac{1}{U}}, \quad (14')$$

în care:

a_i este costul în lei/km al liniei de înaltă tensiune, exclusiv costul conductoarelor;
L_i — lungimea în km a unei linii;
c_a — costul aparatajului unei linii de înaltă tensiune la plecare din stația de transformare.

În fine, se va adăuga la investiții costul motoarelor, al liniilor de racord la sonde, al aparatajului, precum și al materialului de instalație pentru tensiunile respective de 380—1 000 V.

În calcule se vor completa pierderile de energie în liniile de racord și în motoare, făcîndu-se și o verificare a pierderilor de tensiune.

IV. CALCULELE TEHNICO-ECONOMICE PENTRU DETERMINAREA TENSIUNII OPTIME DE DISTRIBUȚIE ÎN CONDIȚIILE SCHELELOR PETROLIERE DIN R.P.R.

Pompele de adîncime, deși sînt acționate cu motoare electrice de putere unitară relativ mică (4—45 kW), dat fiind numărul lor mare, acestea au o pondere importantă în consumul total de energie electrică.

Sondele fiind răspîndite pe suprafețe mari, alimentarea lor necesită un număr mare de posturi de transformare. Totodată, distanțele sondelor față de posturile de transformare fiind relativ mari, liniile de distribuție ating uneori lungimi considerabile. Numărul mare al posturilor de transformare, lungimile liniilor electrice de înaltă tensiune care alimentează aceste posturi și lungimile liniilor de joasă tensiune care alimentează sondele în extracție duc la investiții importante pentru economia națională.

De asemenea, caracterul variabil al sarcinilor electrice ale motoarelor pompelor de extracție (coeficient de cerere 0,4—0,6) duce la un factor de putere relativ scăzut ($\cos\varphi = 0{,}5-0{,}6$), ceea ce necesită investiții suplimentare pentru îmbunătățirea factorului de putere.

La stabilirea configurației schemelor electrice trebuie ținut seamă de specificul dispoziției geografice a sondelor, care este determinat de forma zăcămîntului.

Calculele tehnico-economice au fost efectuate atît în baza principiilor metodei complexe, cît și în baza metodei simplificate.

Calculele s-au efectuat pentru tensiunile de 380, 500, 660 și 1 000 V, pe schemele electrice cu frecvența cea mai mare în exploatare. Pentru fiecare tensiune s-au calculat secțiunile corespunzătoare pe baza densității economice de curent și s-au stabilit investițiile conform prețurilor din cataloage, pentru fiecare element al schemei.

De asemenea s-au calculat cheltuielile de exploatare pentru fiecare variantă în parte.

În anexa 1 și 2 s-au indicat rezultatul calculelor tehnico-economice efectuate cu ajutorul metodei complexe de calcul.

Din anexa 1 rezultă anumite avantaje ale tensiunii de 1 000 V, care se reduc însă pe măsura micșorării coeficientului de încărcare față de 0,5 acceptat în calcule.

Din anexa 2, cît și din alte exemple calculate, rezultă că tensiunea optimă este 660 V, ale cărei avantaje cresc față de 1 000 V pe măsura scăderii coeficientului de încărcare al motoarelor.

Aplicînd metoda simplificată, așa cum rezultă din anexele 3 și 4, avantajele tensiunii de 1 000 V apar mai evidente, diferență accentuată și de gradul de idealizare a formulelor de calcul.

Analiza datelor prezentate în anexele 1, 2, 3, 4 ne arată că diferențele între tensiunile de 660 și 1 000 V nu sînt mari, depinzînd atît de factorul de încărcare și întindere a rețelei, cît și de raporturile dintre prețurile echipamentului electric la diferitele tensiuni.

Din calculele efectuate, rezultă o scădere a pierderilor electrice și a consumului de metal neferos, pe măsura creșterii tensiunii.

Prin urmare, hotărîrea asupra adoptării tensiunii de 660 sau 1 000 V trebuie luată atît pe baza calculelor tehnico-economice, cît și pe baza unei serii de considerente de ordin practic, ca: tensiunea optimă din restul ramurilor industriale (minieră, chimică, metalurgică, prelucrarea țițeiului etc.), seria de aparate și motoare standardizate, încadrarea în recomandările Comitetului Electrotehnic Internațional etc.

CONCLUZII

1. Existența în domeniul distribuției energiei electrice în scopuri industriale a unei game largi de tensiuni, ca de exemplu: 380, 500 și 1 000 V, creează dificultăți în producerea echipamentului electric, în tipizarea schemelor și în industrializarea realizării instalațiilor electrice.

De asemenea, diversitatea soluțiilor de alimentare, respectiv a echipamentului electric, are drept consecință menținerea unui cost relativ ridicat.

2. Calculele tehnico-economice efectuate arată necesitatea trecerii la tensiuni superioare celor de 380 și 500 V.

3. În cazul zonelor industriale, unde predomină tensiunea de 380 V, este justificată trecerea la tensiunea de 660 V ($\sqrt{3}\cdot 380$).

4. În condițiile specifice exploatărilor petroliere din R.P.R., în care predomină tensiunea de 500 V și există într-o anumită măsură și tensiunea de 1 000 V, ar fi indicată trecerea la 1 000 V, în care caz se poate realiza la motoarele electrice atît comutația serie-paralel 1 000/500 V, cît și cea stea-triunghi 1 000/577 V.

5. Adoptarea tensiunii de 660 sau 1 000 V urmează a fi stabilită pe baza considerațiilor de ordin practic menționate în lucrare.

Anexa 1

Specificație	Unit. măs.	Preț unitar, mii. lei				380 V		500 V		660 V		1 000 V	
		380 V	500 V	660 V	1 000 V	Cant.	mii lei	Cant.	mii lei	Cant.	mii lei	Cant.	mii lei
A. *Investiții*													
Total linii	km	—	—	—	—	4,230	294,1	4,230	276,0	4,230	255,6	4,230	238,0
Total motoare + aparataj	buc.	—	—	—	—	—	210,6	—	218,0	—	236,0	—	237,1
Total linii + motoare + aparataj	—	—	—	—	—	—	504,7	—	494,0	—	491,6	—	475,1
Costul puterii instalate pentru acoperirea pierderilor	kW	3,0	3,0	3,0	3,0	81,750	245,3	71,00	210,0	66,370	198,4	58,960	176,9
Total investiții	—	—	—	—	—	—	750,0	—	704,0	—	690,0	—	652,0
B. *Cheltuieli anuale*													
Amortizare și întreținere linii	%	6,4	6,4	6,4	6,4	294,1	18,8	276,0	17,7	255,6	16,4	238,0	15,2
Idem motoare	%	8,7	8,7	8,7	8,7	210,6	18,3	218,0	19,0	236,0	20,5	237,1	20,6
Costul energiei pierdute	kWh	0,15	0,15	0,15	0,15	340,990	51,2	297,5	44,5	278,9	41,8	247,61	37,2
Total cheltuieli anuale	—	—	—	—	—	—	88,3	—	81,2	—	78,7	—	73,0
Total cheltuieli de calcul							182,0	—	169,2	—	165,0	—	154,5

Anexa 2

Specificație	Unit măs.	Preț unitar, mii lei				380 V		500 V		660 V		1 000 V	
		380 V	500 V	660 V	1 000 V	Cant.	mii lei	Cant.	mii lei	Cant.	mii lei	Cant.	mii lei
A. *Investiții*													
Total linii	km	—	—	—	—	5,790	310,40	5,790	307,50	5,790	301,70	5,790	297,40
Total motoare + aparataj	buc.	—	—	—	—	—	72,02	—	73,60	—	78,30	—	90,55
Total linii + motoare + aparataj	—	—	—	—	—	—	382,42	—	381,10	—	380,00	—	387,95
Costul puterii instalate pentru acoperirea pierderilor	kW	3,0	3,0	3,0	3,0	27,730	83,00	24,450	73,50	22,454	67,50	19,940	60,00
Total investiții	—	—	—	—	—	—	465,42	—	454,60	—	447,50	—	447,95
B. *Cheltuieli anuale*													
Amortizare + întreținere linii	%	6,4	6,4	6,4	6,4	310,4	19,9	307,5	19,6	301,7	19,3	297,4	19,0
Idem motoare	%	8,7	8,7	8,7	8,7	72,02	6,3	73,6	6,3	78,3	6,8	90,55	7,9
Costul energiei pierdute	kWh	0,15	0,15	0,15	0,15	166,480	17,5	102,707	15,4	93,550	14,1	94,950	14,2
Total cheltuieli anuale						—	43,7	—	44,4	—	40,2	—	41,1
Cheltuieli de calcul						—	102,0	—	101,4	—	96,2	—	97,4

Cifrele din anexe sînt luate arbitrar.

Anexa 3

Dintr-un zăcămînt liniar vom lua, de exemplu, o porțiune de circa 3 km², cu o lățime de 600–700 m și cu o lungime de 4,5 km, pe care sînt distribuite, pe suprafețe de circa 4 ha/sondă, 80 de sonde prevăzute cu pompe de adîncime acționate cu motoare electrice de cîte 7 kW. Sondele vor fi alimentate dintr-o linie principală centrală, orientată în sensul lungimii porțiunii considerate. Admițînd că sondele sînt distribuite oarecum simetric, de o parte și de alta a liniei principale, lungimea racordurilor la sondă va fi de 50–250 m.

Variația investițiilor și cheltuielilor de exploatare, corespunzătoare exemplului arătat, se prezintă astfel:

Investiții, în lei

Tensiunea, V	Cost linie principală + post transformare, C_{Lt}	Cost linii î. t. + celula la plecare, C_{it}	Costul motoarelor	Costul aparatelor de protecție	Total, lei	%
380	393 830	312 800	272 000	216 000	1 194 630	100
500	343 200	276 000	272 000	216 000	1 107 200	92,6
660	300 000	239 200	285 600	237 600	1 062 400	89,0
1 000	243 000	184 000	326 400	280 800	1 034 200	86,5

Cheltuieli de exploatare totale, în lei/an

Tensiunea	6,4% conductoarele liniei principale	8% post trafo, exclusiv costul transformatoarelor	8% linii înaltă tensiune exclusiv conductoare + celule î.t.	8% motoare	8% aparataj	Cheltuieli pierderi energie totale	Total chelt., lei/an	%
380	12 600	15 750	25 020	21 760	17 280	19 070	111 480	100
500	10 980	13 720	22 080	21 760	17 280	14 680	100 500	90
660	9 600	12 000	19 130	22 850	19 000	11 630	94 210	84,5
1 000	7 760	9 720	14 720	26 110	22 460	8 760	89 530	80,3

Anexa 4

Vom considera o porțiune de zăcămînt de circa 3 km², pe o lungime de 6 km și cu o lățime de circa 0,5 km, pe care sînt distribuite, pe suprafețe de circa 8 ha/sondă, 36 de sonde prevăzute cu pompe de adîncime, acționate cu motoare electrice de cîte 30 kW.

Variația investițiilor și cheltuielilor de exploatare:

Investiții, în lei

Tensiunea, V	Cost conductoare linie + post trafo, C_{Lt}	Cost linii î.t. + celula la plecare, C_{it}	Costul conduct. linii racord	Costul motoarelor	Costul aparatelor de protecție	Total	%
380	603 900	478 400	172 800	414 000	97 200	1 766 300	100
500	526 100	414 000	122 580	414 000	97 200	1 573 880	89
660	458 100	368 000	89 370	434 700	106 920	1 457 090	82,5
1 000	372 000	294 400	63 180	496 800	126 360	1 352 740	76,5

Cheltuieli de exploatare totale, în lei/an

Tensiunea, V	6.4% linia principală racord	8% post trafo exclusiv cost transf.	8% linii î.t. exclusiv conductoare + celule î.t.	8% motoare	8% aparataj	Cheltuieli pierderi energie	Total cheltuieli, lei/an	%
380	30 300	24 100	38 200	33 100	7 800	38 400	171 900	100
500	24 600	21 000	33 100	33 100	7 800	36 500	156 100	90,8
660	20 300	18 300	29 400	34 800	8 600	26 550	137 950	80,2
1 000	15 900	14 800	23 500	39 800	10 100	19 000	123 700	72

Elemente de calcul geometric pentru desfășuratele mantalelor rezervoarelor sferice de presiune

Conf. ing. ȘT. TEODORESCU
și ing. M. NICOLESCU

Ca o consecință a dezvoltării industriei de prelucrare și de chimizare a țițeiului și gazelor, ultimii ani au marcat o dezvoltare spectaculoasă în producerea de gaze și gaze lichefiate. Aceasta a dus, indirect, la necesități sporite pentru spațiile de depozitare aferente. Rezervoarele cilindrice folosite în acest scop în industria de prelucrare, avînd capacități de 50—250 m^3, funcție de presiunea de lichefiere a fracțiunilor respective, s-au dovedit necorespunzătoare din punctul de vedere al capacității unitare și al indicilor tehnico-economici.

Aceste condiții au determinat revenirea la vasele de presiune de tip sferic, care în execuție nituită fuseseră folosite la începutul primei decade a secolului în scopul depozitării gazului aerian.

Bineînțeles că, la nivelul actual al tehnicii, prin dezvoltările corespunzătoare ale tehnologiei sudurii și tehnicii ambutisării a fost posibilă folosirea sau introducerea acestei forme constructive în condiții de economicitate și siguranță maximă pentru presiuni și capacități de stocare în limite foarte largi.

După cum se știe, sfera este forma geometrică optimă pentru o membrană solicitată la presiune interioară și duce, în raport cu vasele cilindrice de aceeași capacitate, la un consum de metal redus la jumătate.

În construcția acestor tipuri de vase, o problemă importantă o constituie, desigur, găsirea soluției de împărțire a suprafeței, care să fie optimă din toate punctele de vedere.

Această problemă este soluționată în tehnica mondială prin mai multe variante constructive.

Considerentele ce se au în vedere la alegerea unei anumite soluții sînt, pe scurt, următoarele :

— Realizarea de elemente unitare ambutisabile cu prese de putere mică și medie.

— Realizarea unor elemente avînd astfel de dimensiuni încît la decupare, după presare, să se obțină minimum de pierderi.

— Realizarea unor cordoane de sudură de lungime totală cît mai mică și uniform repartizate pe suprafața sferei.

— Realizarea pentru elementele de trasaj (clinuri, calote etc.) a unor forme și dimensiuni optime din punctul de vedere al montajului.

— Asigurarea pentru membrana sferică a unei rigidități maxime, respectiv de deformații minime.

Bazele unei astfel de împărțiri, care să satisfacă cît mai multe din dezideratele expuse mai sus, s-au obținut prin două metode: vase sferice cu mantaua realizată din clinuri; vase sferice cu mantaua realizată prin segmenți rezultați din corpurile platonice.

Încă cu 400 de ani înaintea erei noastre, Platon cunoștea cinci corpuri regulate, pe care el le folosea ca simbol pentru construcția cosmosului. Aceste corpuri platonice „regulate" sînt limitate de suprafețe plane, muchiile și unghiurile acestora fiind egale.

În geometria clasică aceste corpuri sînt cunoscute sub denumirile de: tetraedru (cu patru fețe); hexaedru (cu șase fețe); octaedru (cu opt fețe); dodecaedru (cu douăsprezece fețe); icosaedru (cu douăzeci fețe).

Dacă ne-am imagina că aceste corpuri geometrice ar fi construite dintr-un material deformabil (cauciucul) și am putea să le umflăm cu aer, atunci, prin deformare, suprafețele și muchiile acestor corpuri geometrice s-ar deforma și așterne pe suprafața sferei. De exemplu, în cazul triunghiului (tetraedrului), cele patru triunghiuri echilaterale care alcătuiesc suprafețele tetraedrului ar deveni patru triunghiuri sferice, iar în cazul cubului (hexaedru) — cele șase pătrate ar deveni respectiv șase patrulatere sferice.

Pe baza considerentelor expuse mai sus și a datelor din literatură se poate conchide că pînă în prezent s-au realizat vase sferice de presiune după următoarele principii: vase sferice cu mantaua realizată din clinuri; vase sferice cu mantaua realizată prin împărțire hexaedrică.

Baza teoretică de calcul al trasării clinurilor pentru fiecare din tipurile menționate este diferită și în subsidiar neexemplificată în literatura tehnică de specialitate.

În cele ce urmează prezentăm metodele de calcul pentru elementele geometrice ce intervin în calculul desfășurărilor, în cazul rezervoarelor cu mantaua realizată din clinuri și prin împărțirea hexaedrică.

1. VASE SFERICE CU MANTAUA REALIZATĂ DIN CLINURI

Prin această metodă, trasîndu-se pe suprafața sferei o rețea de cercuri paralele cu ecuatorul și de meridiane, se realizează descompunerea acesteia în cîteva tipuri de clinuri.

Numărul de cercuri paralele și de meridiane ce este necesar a fi trasate depinde de mărimea sferei a cărei împărțire se execută și, în general, se urmărește obținerea unor dimensiuni pentru clinuri care să permită executarea acestora din table de dimensiuni uzuale, adică de maximum 2×6 m.

Fie a_i b_i a_{i+1} b_{i+1} un clin cuprins între cercurile paralele i și $i+1$ și meridianele a și b (fig. 1).

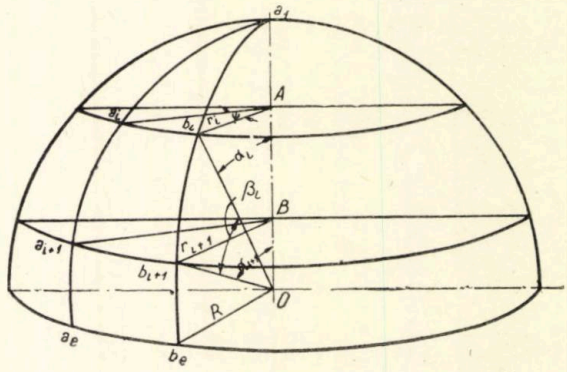


Fig. 1.

1.1. Alegerea numărului de clinuri și determinarea elementelor dimensionale ale acestora

Determinarea dimensiunilor clinului necesită efectuarea următoarelor calcule:

a) Alegerea lungimilor $\overset{\frown}{a_1a_2} \ldots \overset{\frown}{a_ia_{i+1}}$. Cu referire la notațiile din figura 1, elementele dimensionale pentru lungimea curentă $\overset{\frown}{a_ia_{i+1}}$ se determină cu formula:

$$\overset{\frown}{a_ia_{i+1}} = \frac{\pi R}{2} - \left[\sum_{j=1}^{j=i-1} \overset{\frown}{a_ja_{j+1}} + \sum_{k=i+1}^{k=e-1} \overset{\frown}{a_ka_{k+1}} \right] \cdot \quad (1)$$

b) Determinarea unghiului la centru și corespunzător arcului $\overset{\frown}{a_ia_{i+1}}$ exprimat în grade centesimale:

$$\hat{\beta}_i = \hat{\alpha}_{i+1} - \hat{\alpha}_i; \quad (2a)$$

$$\hat{\beta}_i = 63{,}7^{g} \frac{\overset{\frown}{a_ia_{i+1}}}{R} \cdot \quad (2b)$$

c) Determinarea unghiului la centrul sferei $\hat{\alpha}_i$ exprimat în grade centesimale:

$$\hat{\alpha}_i = 63{,}7^{g} \frac{\overset{\frown}{a_1a_i}}{R} \cdot \quad (2c)$$

În continuare se poate determina ușor și mărimea unghiului $\hat{\alpha}_{i+1}$, exprimată în aceleași unități de măsură:

$$\hat{\alpha}_{i+1} = \hat{\alpha}_i + \hat{\beta}_i. \quad (2d)$$

d) Calcularea razelor cercurilor paralele cu ecuatorul, prin care se determină conturul tablei date, se face folosind relațiile:

$$r_i = R \cdot \sin\alpha_i; \quad (3a)$$

$$r_{i+1} = R \cdot \sin\alpha_{i+1}. \quad (3b)$$

Ca urmare se pot stabili și lungimile circumferințelor $2\pi r_i$ și $2\pi r_{i+1}$.

e) Se alege numărul de table de aceleași dimensiuni pe baza unor considerente constructive, determinate de dimensiunile comerciale ale tablelor de oțel. Fie n_i acest număr; aceasta ne permite imediat determinarea valorilor $\widehat{a_i b_i}$ și $\widehat{a_{i+1} b_{i+1}}$.

$$\widehat{a_i b_i} = \frac{2\pi r_i}{n_i}; \tag{4a}$$

$$\widehat{a_{i+1} b_{i+1}} = \frac{2\pi r_{i+1}}{n_i}. \tag{4b}$$

f) Calculul razei de curbură ρ_i a arcului în planul de desfășurare folosind elementele constructive și notațiile din figura 2 se face folosind relația:

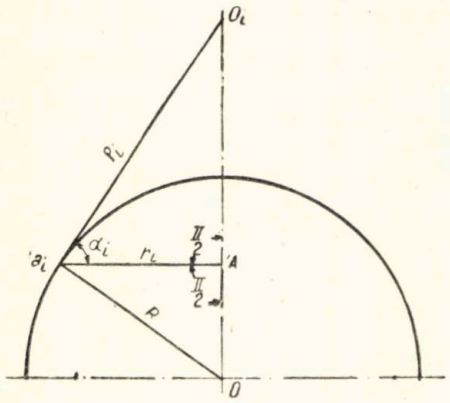


Fig. 2.

$$\rho_i = \frac{r_i}{\cos \alpha_i}. \tag{5}$$

g) Determinarea unghiului la centru $\hat{\gamma}_i$ corespunzător arcului $\widehat{a_i b_i}$ în planul de desfășurare, cu aceleași unități de măsurare a unghiurilor:

$$\hat{\gamma}_i = 63{,}7^{g} \frac{\widehat{a_i b_i}}{\rho_i}. \tag{6}$$

h) Calculul coardei $\overline{C}_i$ corespunzătoare arcului $\widehat{a_i b_i}$ în planul de desfășurare se face folosind relația:

$$\overline{C}_i = 2\rho_i \sin \frac{r_i}{2} \gamma_i. \tag{7}$$

1.2. Aplicație numerică

Pentru un rezervor având volumul $V = 2\,000\ m^3$, raza medie $R = 7{,}84$ m și împărțirea mantalei indicată în figura 3, succesiunea calculelor și rezultatele numerice sînt următoarele:

a) Alegem un număr de cinci clinuri având lungimea arcelor:

$$\widehat{a_1 a_2} = 752\,[\text{mm}];$$

$$\widehat{a_2 a_3} = 1\,504\,[\text{mm}];$$

$$\widehat{a_3 a_4} = 3\,350\,[\text{mm}];$$

$$\widehat{a_4 a_5} = 3\,350\,[\text{mm}];$$

$$\widehat{a_5 a_6} = 3\,350\,[\text{mm}].$$

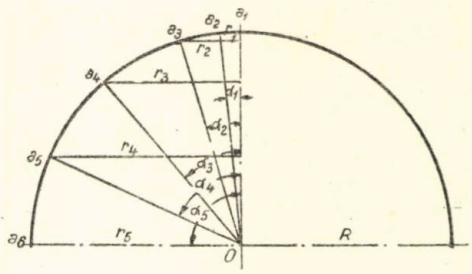


Fig. 3.

Pentru verificare trebuie ca suma arcelor să fie egală cu un sfert de cerc:

$$\sum_{i=1}^{i=5} \widehat{a_i a_{i+1}} = \frac{\pi \cdot 7\,840}{2} = 12\,306 \ [\text{mm}].$$

b, c) Se calculează unghiurile la centru corespunzătoare folosind formulele 2 (a,b,c,d):

$$\hat{\alpha}_1 = 63{,}7^{g} \frac{752}{7\,840} = 6{,}11^{g};$$

$$\hat{\alpha}_2 = 63{,}7^{g} \frac{1\,504}{7\,840} + 63{,}7^{g} \frac{752}{7\,840} = 18{,}32^{g};$$

$$\hat{\alpha}_3 = 63{,}7^{g} \frac{3\,350}{7\,840} + 63{,}7^{g} \frac{2\,256}{7\,840} = 45{,}6^{g};$$

$$\hat{\alpha}_4 = 63{,}7^{g} \frac{3\,350}{7\,840} + 63{,}7^{g} \frac{5\,606}{7\,840} = 72{,}8^{g};$$

$$\hat{\alpha}_5 = 100^{g}.$$

d) Se calculează razele și lungimile circumferențiale ale cercurilor paralele cu ecuatorul folosind formulele 3 (a, b):

– razele cercurilor:

$$r_1 = 7\,840 \cdot 0{,}096 = 751 \ [\text{mm}];$$

$$r_2 = 7\,840 \cdot 0{,}284 = 2\,225 \ [\text{mm}];$$

$$r_3 = 7\,840 \cdot 0{,}656 = 5\,180 \ [\text{mm}];$$

$$r_4 = 7\,840 \cdot 0{,}910 = 7\,130 \ [\text{mm}];$$

$$r_5 = 7\,840 \cdot 1{,}000 = 7\,840 \ [\text{mm}];$$

— lungimile circumferențiale :

$2\pi r_1 = 2\pi \cdot 751 = 4\,715$ [mm];

$2\pi r_2 = 2\pi \cdot 2\,225 = 13\,980$ [mm];

$2\pi r_3 = 2\pi \cdot 5\,180 = 32\,600$ [mm];

$2\pi r_4 = 2\pi \cdot 7\,130 = 44\,800$ [mm];

$2\pi r_5 = 2\pi \cdot 7\,840 = 49\,250$ [mm].

e) Alegînd numărul de table în care se împarte fiecare zonă sferică și utilizînd formulele (4) obținem :

$n_1 = 4 \quad (\widehat{a_2b_2})_2 = \frac{4\,715}{4} = 1\,178$ [mm];

$(\widehat{a_3b_3})_1 = \frac{13\,980}{4} = 3\,500$ [mm];

$n_2 = 19 \quad (\widehat{a_3b_3})_2 = \frac{1\,3980}{19} = 736$ [mm];

$(\widehat{a_4b_4})_1 = \frac{32\,600}{19} = 1\,715$ [mm];

$n_3 = 27 \quad (\widehat{a_4b_4})_2 = \frac{32\,600}{27} = 1\,208$ [mm];

$(\widehat{a_5b_5})_1 = \frac{44\,800}{27} = 1\,660$ [mm];

$n_4 = 30 \quad (\widehat{a_5b_5})_2 = \frac{44\,800}{30} = 1\,495$ [mm];

$(\widehat{a_6b_6})_1 = \frac{49\,250}{30} = 1\,640$ [mm].

f) Razele de curbură ale desfășuratelor se determină cu ajutorul formulei (5) :

$$\rho_2 = \frac{751}{\cos 6{,}11^g} = 754 \text{ [mm]};$$

$$\rho_3 = \frac{2\,225}{\cos 18{,}32^g} = 2\,320 \text{ [mm]};$$

$$\rho_4 = \frac{5\,180}{\cos 45{,}6^g} = 6\,870 \text{ [mm]};$$

$$\rho_5 = \frac{7\,130}{\cos 72{,}8^g} = 17\,220 \text{ [mm]}.$$

g) Unghiurile la centru în planul de desfășurare se calculează cu formula (6) și au următoarele valori :

$$\hat{\gamma}_2 = 63{,}7^g \frac{1\,178}{754} = 99{,}40^g ;$$

$$\hat{\gamma}'_2 = 63{,}7^g \frac{3\,500}{2\,320} = 96{,}20^g ;$$

$$\hat{\gamma}_3 = 63{,}7^g \frac{736}{2\,320} = 20{,}20^g ;$$

$$\hat{\gamma}'_3 = 63{,}7^g \frac{1\,715}{6\,870} = 15{,}90^g ;$$

$$\hat{\gamma}_4 = 63{,}7^g \frac{1\,208}{6\,870} = 11{,}20^g ;$$

$$\hat{\gamma}'_4 = 63{,}7^g \frac{1\,660}{17\,220} = 6{,}14^g ;$$

$$\hat{\gamma}_5 = 63{,}7^g \frac{1\,495}{17\,220} = 5{,}53^g .$$

h) Coardele corespunzătoare arcurilor desfășurate se determină folosind formula (7) :

$(\overline{a_2 \cdot b_2})_2 = 2 \cdot 754 \cdot 0{,}704 = 1\,060$[mm];

$(\overline{a_3 \cdot b_3})_1 = 2 \cdot 2\,320 \cdot 0{,}686 = 3\,180$[mm];

$(\overline{a_3 \cdot b_3})_2 = 2 \cdot 2\,320 \cdot 0{,}158 = 735$ [mm];

$(\overline{a_4 \cdot b_4})_1 = 2 \cdot 6\,870 \cdot 0{,}124 = 1\,705$[mm];

$(\overline{a_4 \cdot b_4})_2 = 2 \cdot 6\,870 \cdot 0{,}0880 = 1\,210$[mm];

$(\overline{a_5 \cdot b_5})_1 = 2 \cdot 17\,220 \cdot 0{,}047 = 1\,620$ [mm];

$(\overline{a_5 \cdot b_5})_2 = 2 \cdot 17\,220 \cdot 0{,}0440 = 1\,515$[mm];

$(\overline{a_6 \cdot b_6})_1 =$ ———————— $= 1636$[mm];

2. VASE CU MANTAUA REALIZATĂ PRIN ÎMPĂRȚIRE HEXAEDRICĂ

2.1. Considerații generale și relații geometrice pentru cub și patrulaterele sferice

După această ipoteză se poate imagina că în interiorul sferei ce constituie mantaua aparatului sferic se poate înscrie un cub.

Pentru elementele geometrice ale sferei și ale cubului înscris cu referire la notațiile din figura 4 se pot face și stabili considerentele, respectiv relațiile indicate în continuare :

Punctele $A_1 - A_8$ se află pe suprafața sferei. Pentru elementele cubului de latură a înscris în sfera de diametrul D există următoarele relații geometrice :

— Diagonalele fețelor cubului sînt egale între ele, adică :

$$\overline{A_1A_3} = \overline{A_2A_4} = \overline{A_5A_7} = \overline{A_6A_8} = \overline{A_1A_6} =$$

$$= \overline{A_2A_3} = \overline{A_4A_1} = \overline{A_3A_8} = \overline{A_1A_8} = \overline{A_4A_5} =$$

$$= \overline{A_2A_7} = \overline{A_3A_6}\,;\ \overline{A_1A_3} = a\sqrt{2} \qquad (8)$$

— Diagonalele cubului sînt egale între ele şi se calculează cu expresiile:

$$\overline{A_1A_7} = \overline{A_3A_5} = \overline{A_2A_8} = \overline{A_4A_6} = D \quad (9a)$$

$$\overline{A_1A_7} = a\sqrt{3} \quad (9b)$$

$$D = a\sqrt{3} \quad (9c)$$

$$a = \frac{D}{\sqrt{3}} \quad (9d)$$

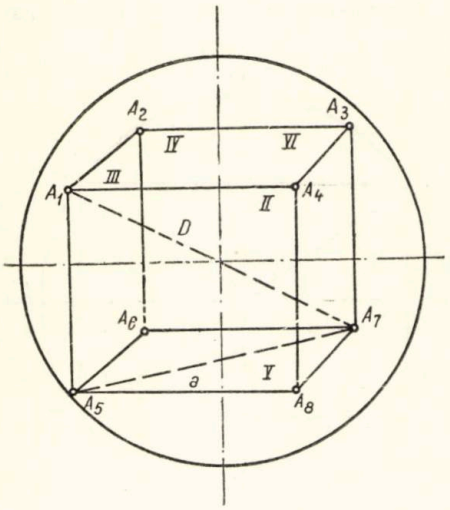


Fig. 4.

Înlocuind (9d) în (8) avem:

$$\overline{A_1A_3} = \frac{D}{\sqrt{3}} \cdot \sqrt{2} = \frac{D\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \quad (10)$$

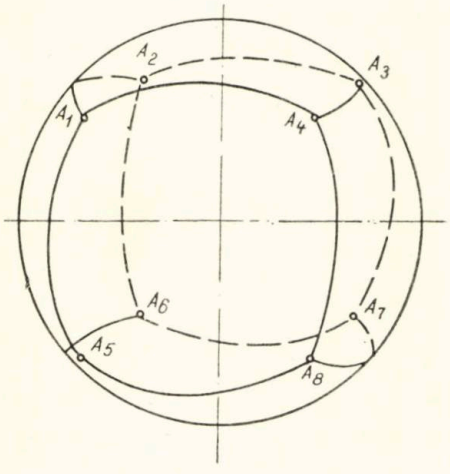


Fig. 5.

Remarcăm că dacă cubul ar fi elastic, supunîndu-l unei presiuni interioare ar tinde către sferă, iar suprafaţa sferei ar fi egală cu suma a şase pătrate sferice rezultate din deformarea feţelor laterale ale cuburilor conform figurii 5.

Desfăşurata acestor patrulatere sferice egale este reprezentată schematic în figura 6.

Calculul dimensiunilor patrulaterului sferic

— Patrulaterele sferice se obţin din intersecţia sferei cu plane înclinate sub un unghi de 50^g faţă de ecuator şi un meridian luat ca origine, conform figurii 7.

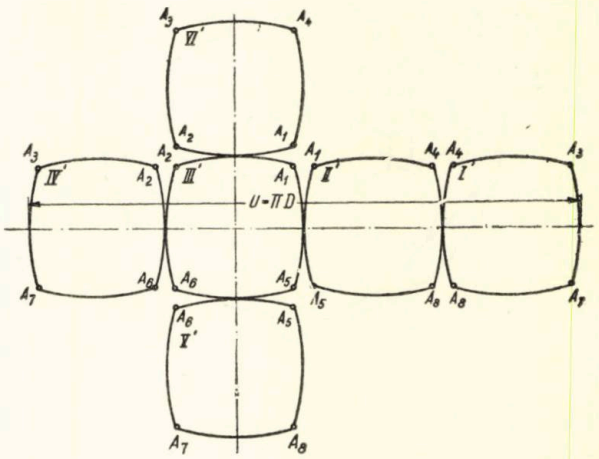


Fig. 6.

- Numai lungimile arcelor măsurate după diametrele ecuatoriale şi meridionale principale sînt egale cu $\frac{\pi D}{4}$, respectiv $\frac{\pi D}{16}$.

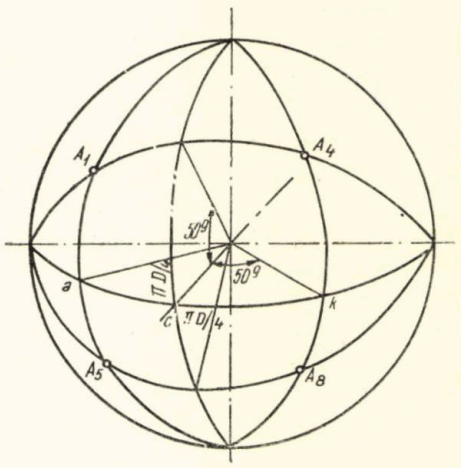


Fig. 7.

— Lungimile coardelor după celelalte diametre sînt egale între ele, dar mai mici decît coardele de pe diametrele principale conform figurii 7.

— Remarcăm că numai în planurile orizontale şi verticale cuprinzînd diametrele principale unghiul la centru corespunzător unei calote pătratice elementare este de 25^g. După restul planurilor azimutale unghiurile se micşorează.

În general, calota pătratică are dimensiuni prea mari, astfel încît ea se realizează din mai multe table. Pentru a reduce tipul acestora la minimum se recurge la împărțirea suprafeței cu meridiane și paralele ca în figura 8.

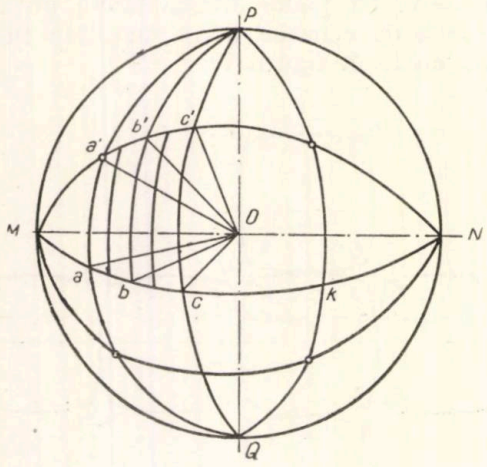


Fig. 8.

Reprezentînd un pătrat sferic astfel împărțit, se pot obține împărțiri cu patru, respectiv două tipuri de calote, conform figurilor 9 și 10.

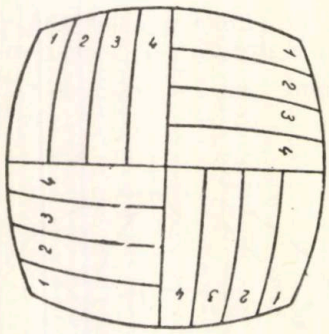


Fig. 9.

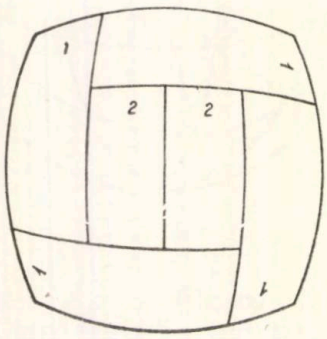


Fig. 10.

2.2. Demonstrarea formulelor necesare calculării elementelor tablelor din care se execută sfera pe baza împărțirii hexaedrice

Se precizează că numai pentru elementele de pe circumferințele diametrelor se pot stabili relații dimensionale directe de formă simplă.

Pentru toate celelalte dimensiuni în afară de circumferințele diametrale, problema calculului este mai complicată.

În general, problema se rezolvă în etape pe baza teoriei triunghiurilor sferice.

În cazul împărțirii conform figurii 9, desfășurarea calculului se face astfel:

Se stabilesc elementele dimensionale pentru laturile cubului sferic.

Observăm că pentru aceste laturi, făcînd o secțiune după meridianul PQ, se obțin elementele dimensionale indicate în figura 11.

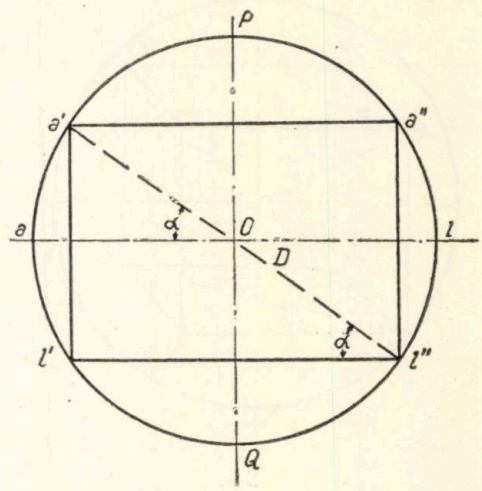


Fig. 11.

Pe baza figurilor 8 și 11, între elementele liniare, curbe și unghiurile ce intervin, se pot scrie succesiv următoarele formulări:

Conform figurii 8:

$$\widehat{ak} = \frac{\pi D}{4}; \qquad (11a)$$

$$\widehat{ac} = \frac{\pi D}{8}; \qquad (11b)$$

$$\widehat{ab} = \frac{\pi D}{16}; \qquad (11c)$$

Conform figurilor 8 și 11, avem succesiv: $\overline{a'k'} = a$, unde a este latura cubului înscris în cercul de diametru mediu D.

Conform formulei (8):

$$\overline{a'a''} = a\sqrt{2}. \qquad (12a)$$

Conform formulei (9 a);

$$\overline{a'k''} = D. \qquad (12b)$$

Conform formulei (9d):

$$\sin \alpha = \frac{\overline{a'k'}}{\overline{a'k''}} = \frac{a}{D} = \frac{1}{\sqrt{3}}. \qquad (13a)$$

Conform formulei (9a):

$$\hat{\alpha} = \text{arc sin} \frac{1}{\sqrt{3}} = 39{,}1^g. \qquad (13b)$$

Din figura 8 rezultă mărimea unghiurilor exprimată în grade centesimale:

$$\widehat{aob} = 25^g \qquad (14a)$$

$$\widehat{boc} = 25^g \qquad (14b)$$

$$\widehat{aoa'} = \hat{\alpha} = 39{,}1^g \qquad (14c)$$

$$\widehat{coc'} = 50^g \qquad (14d)$$

Admitem ipoteza că variația $\widehat{coc'}$ către $\widehat{aoa'}$ se face liniar. Rezultă că deoarece bb' este pe meridianul bisector al unghiului $\widehat{aoc}$, unghiul $\widehat{b'ob}$ se poate calcula cu formulele:

$$\widehat{bob'} = \frac{\widehat{coc'} + \widehat{aoa'}}{2} \qquad (15a)$$

$$\widehat{bob'} = \frac{50^g + 39{,}1^g}{2} = 44{,}5^g \qquad (15b)$$

Cunoscînd unghiurile la centru corespunzătoare se pot determina lungimile arcelor de trasaj cu formulele:

$$\widehat{aa'} = R \frac{39{,}1^g}{63{,}7^g} = 0{,}614\ R \qquad (16a)$$

$$\widehat{bb'} = R \frac{44{,}5^g}{63{,}7^g} = 0{,}7\ R \qquad (16b)$$

$$\widehat{cc'} = R \frac{50^g}{63{,}7^g} = 0{,}785\ R \qquad (16c)$$

Conform figurii 8 rezultă, evident:

$$\widehat{aa'} = \widehat{a'c'}. \qquad (17)$$

Dezvoltările de mai sus stau la baza calculării celorlalte elemente ale calotelor, în care se folosesc elemente de trigonometrie sferică.

2.3. Calculul elementelor triunghiurilor sferice

Pentru a determina lungimile arcelor cuprinse între meridianele cu ajutorul cărora am realizat împărțirea patrulaterului sferic trebuie rezolvate elementele triunghiurilor sferice corespunzătoare.

Spre exemplu, pentru a putea afla lungimea arcului de tip $\widehat{a'b'}$ conform figurii 8 trebuie să rezolvăm triunghiul sferic $a'b'o$. Pentru a simplifica prezentarea problemei, reprezentăm numai triunghiul sferic considerat, pentru care adoptăm notațiile din figura 12.

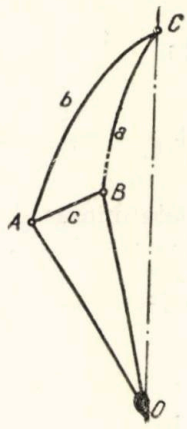


Fig. 12.

Remarcăm că ne aflăm în cazul în care se cunosc elementele a, b, c și trebuie aflate elementele A, B, C. Acestea se calculează folosind formulele cunoscute din trigonometria sferică:

$$\text{tg} \frac{A+B}{2} = \text{ctg} \frac{C}{2} \cdot \frac{\cos \frac{a-b}{2}}{\cos \frac{a+b}{2}} \qquad (18a)$$

$$\text{tg} \frac{A-B}{2} = \text{ctg} \frac{C}{2} \cdot \frac{\sin \frac{a-b}{2}}{\sin \frac{a+b}{2}} \qquad (18b)$$

$$\text{tg} \frac{C}{2} = \text{tg} \frac{a-b}{2} \cdot \frac{\sin \frac{A+B}{2}}{\sin \frac{A-B}{2}} = \text{tg} \frac{a+b}{2} \frac{\cos \frac{A+B}{2}}{\cos \frac{A-B}{2}} \qquad (18c)$$

Pentru a afla și alte elemente necesare eventual trasării mai precise a desfășuratei se fac intersecții cu plane paralele cu ecuatorul. Elementele necesare calculului exact au fost deja expuse în capitolul anterior.

De remarcat că prima parte a calculului expus servește în același timp și ca un calcul de verificare, după metoda triunghiurilor sferice.

2.4. Aplicație numerică

Pentru un rezervor avînd volumul $V = 2\,000 \text{m}^3$, raza medie $R = 7{,}84$ m și împărțirea mantalei indicate 6×16 m (fig. 9 și 13), desfășurarea calculului se face astfel:

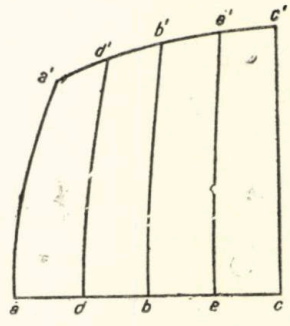


Fig. 13.

a) Conform formulelor (11) calculăm lungimea arcurilor :

$$\widehat{ac} = \frac{\pi 2.7{,}840}{8} = 6{,}160 \text{ [m]};$$

$$\widehat{ab} = \frac{\pi 2.7{,}840}{16} = 3{,}080 \text{ [m]};$$

$$\widehat{ad} = \frac{\pi 2.7{,}840}{32} = 1{,}540 \text{ [m]}.$$

b) Conform formulelor (15) și (16) determinăm lungimile tablelor pe meridian :

$$\widehat{aa'} = 0{,}614 \cdot 7{,}840 = 4{,}810 \text{ [m]};$$

$$\widehat{dd'} = 0{,}656 \cdot 7{,}840 = 5{,}150 \text{ [m]};$$

$$\widehat{bb'} = 0{,}7 \cdot 7{,}840 = 5{,}480 \text{ [m]};$$

$$\widehat{ee'} = 0{,}741 \cdot 7{,}840 = 5{,}810 \text{ [m]};$$

$$\widehat{cc'} = 0{,}785 \cdot 7{,}840 = 6{,}140 \text{ [m]}.$$

c) Conform formulelor 18 (a, b, c) stabilim elementele triunghiurilor sferice.

— Calcularea arcului $\widehat{e'c'}$:

$$\frac{c}{2} = 6{,}25^g ;$$

$$\frac{a+b}{2} = 51{,}375^g ;$$

$$\frac{a-b}{2} = 1{,}375^g ;$$

$$\operatorname{tg}\frac{A+B}{2} = \operatorname{ctg} 6{,}25 \frac{\cos 1{,}375}{\cos 51{,}375} =$$

$$= 10{,}154 \frac{0{,}9998}{0{,}692} = 14{,}67 ;$$

$$\frac{A+B}{2} = 95{,}65^g ;$$

$$\operatorname{tg}\frac{A-B}{2} = \operatorname{ctg} 6{,}25 \cdot \frac{\sin (1{,}375)}{\sin 51{,}375} =$$

$$= 10{,}154 \frac{-0{,}0216}{0{,}722} = -0{,}304 ;$$

$$\frac{A-B}{2} = -18{,}8^g ;$$

$$\operatorname{tg}\frac{C}{2} = \operatorname{tg} 51\,375 \frac{\cos 95{,}65}{\cos 18{,}8} =$$

$$= 1{,}043 \frac{0{,}0682}{0{,}9567} = 0{,}0744 ;$$

$$\frac{c}{2} = 4{,}7^g ; \quad c = 9{,}4 ;$$

$$\widehat{e'c'} = 1\,154 \text{ mm}.$$

— Calcularea arcului $\widehat{b'e'}$:

$$\frac{C}{2} = 6{,}25^g ;$$

$$\frac{a+b}{2} = 54{,}125^g ;$$

$$\frac{a-b}{2} = -1{,}375^g ;$$

$$\operatorname{tg}\frac{A+B}{2} = 10{,}154 \frac{0{,}9998}{0{,}66} = 15{,}37 ;$$

$$\frac{A+B}{2} = 95{,}85^g ;$$

$$\operatorname{tg}\frac{A-B}{2} = 10{,}154 \frac{0{,}0216}{0{,}7513} = -0{,}292 ;$$

$$\frac{A+B}{2} = -18{,}1^g ;$$

$$\operatorname{tg}\frac{C}{2} = 1{,}138 \frac{0{,}065}{0{,}9549} = 0{,}077 ; \frac{C}{2} = 4{,}9^g ;$$

$$C = 9{,}8^g ; \quad \widehat{b'e'} = 1\,207 \text{ mm}.$$

— Calcularea arcului $\widehat{d'b'}$:

$$\frac{C}{2} = 6{,}25^g ;$$

$$\frac{a+b}{2} = 56{,}85^g ;$$

$$\frac{a-b}{2} = -1{,}35^g ;$$

$$\operatorname{tg}\frac{A+B}{2} = 10{,}154 \frac{0{,}9998}{0{,}627} = 16{,}2 ; \quad \frac{A+B}{2} = 96{,}1^g ;$$

$$\operatorname{tg}\frac{A-B}{2} = 10{,}154 \frac{0{,}0212}{0{,}779} = 0{,}276 ; \frac{A-B}{2} = 17{,}15^g ;$$

$$\operatorname{tg}\frac{C}{2} = 1{,}242 \frac{0{,}0612}{0{,}9637} = 0{,}076 ; \frac{C}{2} = 4{,}8^g ;$$

$$c = 9{,}6^g ; \quad \widehat{d'b'} = 1\,180 \text{ mm}.$$

— Calcularea arcului $\widehat{a'd'}$ se face prin diferență :

$$\widehat{a'd'} = 4\,810 - (1\,154 + 1\,207 + 1\,180) = 1\,269 \text{ mm}.$$

3. Concluzii

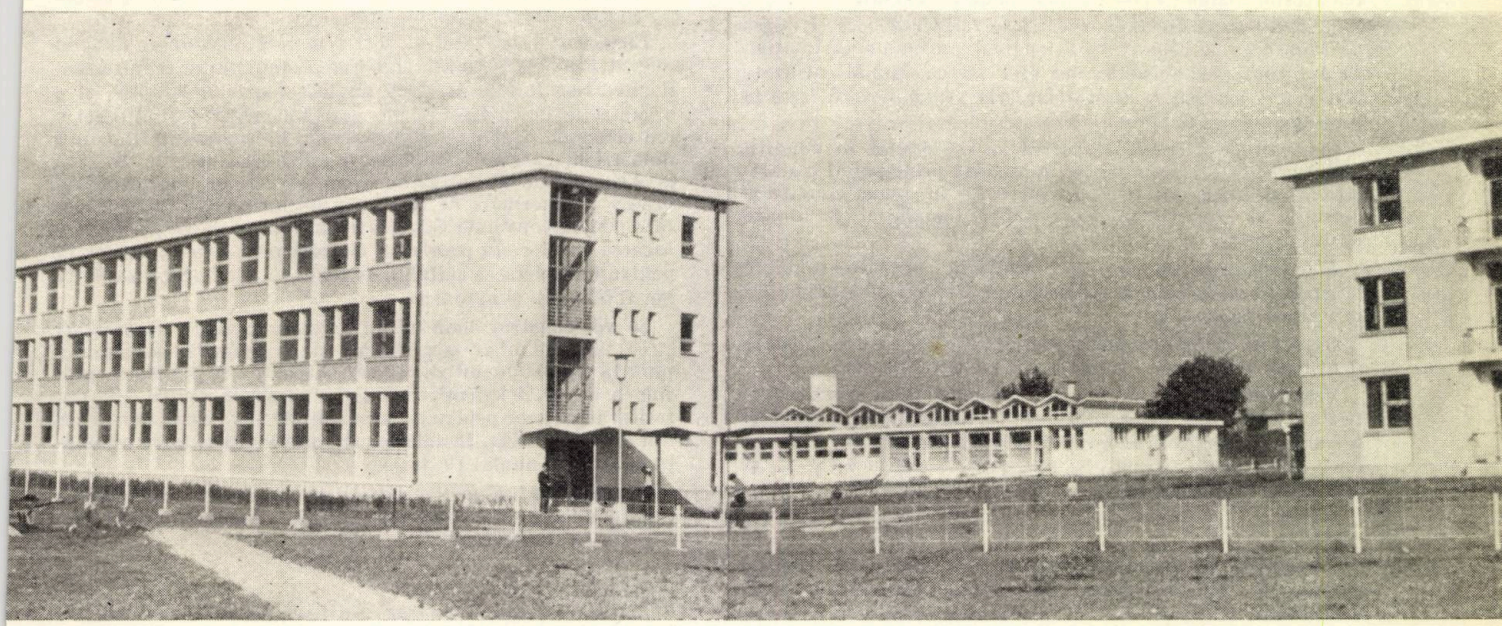
Pe baza datelor indicate în literatură şi a realizărilor cunoscute de autori se pot conchide următoarele :

— Rezervoarele sferice de presiune se realizează funcţie de criteriile tehnologice şi de considerentele economice din punctul de vedere al trasării mantalei numai din clinuri şi din suprafeţe rezultînd din împărţirea hexaedrică.

— Realizarea mantalelor sferice după celelalte corpuri platonice, deşi ar putea reduce numărul de tipuri, nu este folosită în prezent, deoarece necesită lăţimi de tablă mai mari decît lăţimile comerciale (1,5—2 m). În plus, pierderile la croire după ambutisare cresc foarte mult.

— Tipul cu clinuri, deşi prezintă însemnate avantaje din punctul de vedere al execuţiei şi montajului, duce la deformaţii sub sarcină mai importante decît tipul cu o rigiditate mult mai mare, realizat prin împărţire hexaedrică, în plus lungimea cordoanelor de sudură este de 1,3—2,5 ori mai mare decît în cazul împărţirii hexaedrice. În acelaşi timp, mantalele realizate din împărţire hexaedrică necesită pentru ambutisare prese mari.

— Pentru ambele realizări, şi în special pentru cea hexaedrică, nu sînt date în literatură nici cele mai sumare indicaţii în privinţa elementelor de calcul. Realizările din ţara noastră sînt exclusiv de tipul cu clinuri.



Oraşul Muncitoresc Oneşti — Grupul şcolar

DOCUMENTARE

S. F. Vasiliev, M. A. Lapides, A. M. Mosin. **Oxidarea hidrocarburilor fără flacără la temperatură înaltă ca metodă de obţinere a monomerilor olefinici.** În : Himiia i tehnologhiia topliv i masel nr. 2, 1963, p. 10.

La Institutul de combustibili fosili din U.R.S.S. s-a elaborat procesul de piroliză oxidativă a hidrocarburilor gazoase şi lichide, destinat pentru obţinerea etilenei, propilenei, butilenelor, acetilenei, hidrocarburilor olefinice superioare şi celor aromatice.

Principiul pirolizei oxidative se bazează pe reacţia hidrocarburilor încălzite în prealabil pînă la 600°C, fără inflamare, cu un amestec de vapori şi oxigen. Căldura necesară pentru ridicarea temperaturii la nivelul impus de reacţie se obţine datorită reacţiilor exotermice ale oxidării şi se transmite direct de la gaze la gazele din zona de reacţie.

Deocamdată nu se pot încă determina toate avantajele pe care le prezintă procesul de piroliză prin oxidare. Aceste avantaje se pot constata prin încercări îndelungate ale procesului cu utilizarea diverselor tipuri de materie primă şi la diferite regimuri, ceea ce urmează să fie efectuat într-un viitor apropiat. Totuşi de pe acum se pot preconiza avantajele principale ale procesului.

Astfel, se arată posibilitatea proiectării unui agregat de piroliză de o construcţie simplă şi cu productivitate mare. Instalaţiile existente de piroliză termică pot fi trecute, în cazul cînd se dispune de oxigen, la procesul de piroliză oxidativă, fiind necesare investiţii destul de mici. Productivitatea acestor instalaţii poate fi mărită de 2—2,5 ori.

În cazul pirolizei oxidative nu se formează cocs şi negru de fum, ceea ce asigură funcţionarea continuă a instalaţiei. Se pot folosi ţevi obişnuite din oţel marca H-5-M utilizate la cracare, întrucît în cuptor materia primă se încălzeşte la presiune moderată pînă la 600°C.

Procesul de piroliză oxidativă se desfăşoară în condiţii stabile şi poate fi uşor reglat. Agregatul principal al instalaţiei, ejectorul-amestecător, lucrează în bune condiţii şi permite să varieze productivitatea instalaţiei în limite destul de largi.

În comparaţie cu piroliza termică în cuptoare tubulare în cazul pirolizei oxidative consumul de abur şi combustibil se reduce foarte mult.

Oxidul de carbon format în cursul pirolizei oxidative poate fi utilizat în amestec cu hidrogen pentru sinteză.

Verificarea procesului de piroliză oxidativă pe scară industrială a confirmat datele obţinute în condiţiile de laborator. S-a arătat că oxidarea se desfăşoară fără inflamare, cu obţinerea unor randamente ridicate în hidrocarburi olefinice $C_2—C_6$ şi hidrocarburi aromatice.

*** **Progrese în reformarea gazelor.** În : The Petroleum Times ian., 1963, p. 43.

În Anglia problemele legate de industria producătoare de gaze pentru consum sînt în centrul atenţiei cercetătorilor. Nu de mult s-a luat hotărîrea de a se importa metan lichefiat pentru a îmbogăţi gazul sărac produs din cărbune. Recent s-a pus la punct un nou proces „revoluţionar" de preparare industrială de gaz aerian, care a fost realizat la baza de cercetări de la Solihull a Comisiei pentru gaze din Anglia centrală ; procesul este denumit „hidrogenarea gazelor prin recirculare".

Întrucît metoda tradiţională de producere de gaze prin distilarea cărbunilor a devenit neeconomică, în cea mai mare parte datorită scăderii cerinţelor de cocs, eforturile cercetătorilor industriali s-au concentrat asupra gazificării totale a cărbunelui şi a ţiţeiului sau a derivatelor sale. În afară de aceasta, din cauza tendinţei către o producţie mai centralizată şi pentru a facilita excluderea oxidului de carbon din gazul aerian, industria s-a orientat spre procese de producţie care operează la presiuni înalte. Dar din aceste procese, atît pe bază de cărbune cît şi de ţiţei, rezultă gaze sărace care necesită a fi îmbogăţite, pentru a ajunge la puterea calorică a gazului aerian. Pînă în prezent această îmbogăţire s-a făcut mai ales cu gaze de rafinărie sau cu gaze de petrol lichefiate, butan sau propan. În prezent, prin procesul de hidrogenare a gazelor prin recirculare, producătorii vor putea să producă gaze bogate prin mijloace proprii.

Procesul elaborat la Solihull foloseşte ca materie primă un distilat uşor (amestec de petrol cu benzină şi motorină).

Procesul constă în introducerea acestui distilat într-un curent de gaz sărac, în anumite condiţii de temperatură şi presiune, la care procesul îşi autoprocură căldura necesară. Molecula complexă de distilat este disociată în hidrocarburi mai stabile, care formează un amestec de gaze care poate fi folosit pentru a îmbogăţi gazul sărac produs prin reformarea motorinei. Producţia este foarte mare ; în instalaţia-pilot de la Solihull s-a lucrat cu un reactor avînd un diametru de numai 0,305 m şi s-au obţinut 25 m^3/zi.

Experienţele fac parte dintr-un cadru mai larg al cercetărilor care sînt întreprinse de cîţiva ani asupra hidrogenării ţiţeiului şi a derivatelor sale. La începutul anului 1962, datorită unei ingenioase simplificări, s-a descoperit mijlocul ca distilatul să fie hidrogenat fără depunere de cărbune. Controlul reacţiei, care este puternic exotermă, este realizat printr-o circulaţie rapidă a conţinutului, datorită căreia se absoarbe căldura de reacţie şi conţinutul este repede adus la temperatura de lucru. În consecinţă, reactorul a fost foarte mult simplificat în comparaţie cu cel necesar pentru hidrogenarea obişnuită a fracţiunilor de ţiţei.

Experienţele pe pilot au fost atît de promiţătoare încît în august 1962 s-a trecut la elaborarea unui studiu tehnico-economic. Rezultatele acestuia au fost foarte favorabile, şi o organizaţie de distribuţie de gaze din sud-vestul Angliei a dat comandă pentru construirea unui hidrogenerator la scară industrială, care va fi amplasat în apropierea oraşului Bristol, la Avonmouth. Gazul sărac necesar va fi produs printr-un proces de reformare de distilat uşor. Instalaţia va cuprinde faze pentru conversia CO, pentru îndepărtarea CO_2 şi pentru uscarea gazelor. În prealabil, materia primă va fi pretratată pentru îndepărtarea sulfului, astfel că gazele bogate rezultate vor fi fără sulf şi netoxice.

Se vor construi două unităţi, fiecare capabilă să producă circa 285 000 m^3/zi gaz aerian, şi se prevede dezvoltarea pînă la 2 300 000 m^3 zi. Gazul aerian va fi produs la presiunea de 10,55 kg/cm^2. Instalaţia va ocupa numai 1/9 din teritoriul necesar pentru o cocserie egală şi va costa numai 1/8 din costul acesteia. Instalaţia este prevăzută să intre în funcţiune în vara anului 1964.

Se duc tratative pentru proiectarea şi construirea unei instalaţii similare la Hanovra (R.F.G.), pentru o producţie iniţială de 700 000 m^3/zi.

Kuntz, L. E. şi Remke, M. A. **Instrumente noi pentru determinarea precisă a impurităţilor solide şi a apei.** În : Oil and Gas J., mart. 1963, p. 144.

Au fost puse la punct dispozitive automate care înlătură luarea de probe, depozitarea acestora şi analiza lor manuală pentru determinarea impurităţilor solide şi a apei, a densităţii API şi a temperaturii la ţiţeiul care trece printr-o conductă ; rezultatele sînt colectate de un calculator.

Principiul care stă la baza acestor dispozitive este relaţia liniară ce există între conţinutul în impurităţi solide şi apă şi constanta dielectrică a ţiţeiului, atunci cînd impurităţile şi apa depăşesc 0,3 %. Relaţia este valabilă atît în cazul existenţei de impurităţi solide şi a unui mic procent de apă, cît şi în cazul apei singure.

Experienţe făcute în paralel prin metodele obişnuite (în cele mai bune condiţii) şi prin înregistrările automate au arătat o bună corelaţie între rezultate.

Voogd, J. şi Tielroy, J. **Producţia de hidrogen prin reformarea cu abur a benzinelor.** În: Hydrocarbon Processing and Petroleum Refiner, **42**, nr. 3, mart. 1963, p. 144.

Reformarea cu abur a benzinei (fracţiuni pînă la punct final de fierbere de 205°C) are loc fără formare de cărbune după reacţiile :

$$C_n H_m + nH_2O = n\,CO + \left(\frac{2n-m}{2}\right) H_2;$$

$$CO + 3H_2 = CH_4 + H_2O;$$

$$CO + H_2O = CO_2 + H_2;$$

din care se vede că se produc cantităţi importante de H_2. Procesul are loc în grupuri de tuburi verticale, pline cu catalizator şi încălzite din afară la temperaturi de 675—815°C şi la presiuni de la 1 la 21 kg/cm². Procedeul denumit I.C.I.—Selas (Imperial Chemical Industries) este foarte economic pentru producerea de hidrogen ca atare sau de amoniac, gaz de sinteză, gaz pentru reducerea minereului, gaz aerian sau alte gaze bogate în hidrogen.

Procesul este în special interesant în regiuni unde nu există gaze naturale. Costurile investiţiilor şi al operaţiei sînt scăzute, dar superioare celor ale procedeului de reformare cu abur a metanului.

Dorsey Hager, Benneville K. Seely Jr. **Explorare adîncă.** În: Oil and Gas Journal March **18**, 1963, p. 120.

Se studiază forajul adînc din mai multe puncte de vedere şi se ajunge la următoarele concluzii :

Forajul adînc şi producţia au progresat rapid începînd din anul 1953. Regiuni favorabile pentru forajul adînc (15—25 000 picioare) şi foarte adînc (mai mult de 25 000 picioare) sînt limitate în extindere.

Sînt necesare recuperări foarte mari de gaz şi ţiţei pe hectar pentru ca forajul adînc să fie economic.

Noi proiecte de foraj adînc vor fi iniţiate numai după studii structurale detaliate.

Forajul pentru capcane stratigrafice va fi de o importanţă relativ minoră.

Cercetările geofizice au arătat că cutări accentuate persistă pînă la cel puţin 12 000 m şi probabil pînă la fundament.

Gazul şi ţiţeiul recuperabil vor fi probabil compuse din fracţiuni de condensat mai uşoare, în cantitate crescătoare cu adîncimea.

Metodele şi echipamentele de foraj se îmbunătăţesc continuu ; rezultatul final va fi că forajul adînc va reveni mai practic şi mai economic.

*** **Un nou procedeu pentru obţinerea benzenului din toluen.** În : Hydrocarbon Processing and Petroleum Refiner, **42**, nr. 3, mart. 1963, p. 121.

Pentru a fi comparabil cu procesele termice, un proces catalitic de dezalchilare a toluenului în vederea obţinerii de benzen trebuie să satisfacă următoarele condiţii : catalizatorul să fie suficient de activ pentru ca procesul să aibă loc la o temperatură mult mai redusă decît în cazul proceselor termice, catalizatorul trebuie să aibă o durată de acţiune (viaţă) lungă, să poată fi regenerat şi să aibă acţiune selectivă.

A fost pus la punct un procedeu care îndeplineşte aceste condiţii, denumit Bextol (Shell), în care gazele rezultate şi toluenul produs în instalaţia de reformare catalizată sînt trecute peste un catalizator special într-o aparatură adecvată.

Procesul necesită temperaturi şi presiuni moderate şi un consum redus de oxigen.

Datele principale ale procesului de hidrodezalchilare sînt următoarele :

Consumul total de hidrogen	2,04 moli/mol benzen ;
Producţia brută de benzen	96,9 % din cea teoretică ;
Consumul de catalizator	0,5 t/100 t benzen ;
Consumul de pămînt decolorant	0,16 t/100 t benzen.
Utilităţi :	
Electricitate	21,2 kWh/100 t benzen ;
Combustibil (păcură)	8,35 t/100 t benzen ;
Apă de răcire	12 500 m³/100 t benzen ;
Abur (presiune medie)	80 t/100 t benzen.

J. Etienne : **Tehnica impregnării rocilor cu răşini colorate pentru studiul porozităţii în secţiune subţire.** În : Revue de l'Institut Français du Pétrole, nr. 4, 1963, p. 611.

Impregnarea rocilor cu răşini colorate are drept scop să permită o analiză microscopică corectă a reţelei de pori, obiectiv fundamental al cercetărilor în geologia zăcămîntului. Tehnica descrisă într-o publicaţie recentă a suferit modificări importante : a fost posibil să se simplifice aparatajul, precum şi manipulările, impregnarea efectuîndu-se exclusiv prin capilaritate. De asemenea s-au realizat progrese pe planul colorării ; au fost introduşi doi noi coloranţi, unul roşu fluorescent, altul albastru, permiţînd o mai bună identificare a răşinii în secţiunile subţiri. Mai mult, utilizarea unui dispozitiv optic de microfluorescenţă permite fotografierea reţelei de pori în negru şi alb. În toate cazurile impregnarea este tot atît de completă ca şi cu vechea tehnică, necesitînd vidul şi presiuni de 15 kg/cm². Rezultatele sînt excelente, porii cei mai fini fiind impregnaţi cu o răşină foarte dură şi rezistînd perfect la operaţia executării de secţiuni subţiri.

G. Gauthier, G. Baror. **Clasamentul rocilor. Preliminar la un studiu de forabilitate.** În : Revue de l'Institut français du pétrole, martie 1963, p. 343.

În literatură se întîlnesc adesea expresii, ca „roci moi", „roci moi medii", „roci de duritate medie" sau „roci dure" fără a se putea lega aceste calificative de o cifră oarecare.

Autorii examinează în articol relaţiile care există între diferitele forme de evaluare a durităţii rocilor şi caută să deducă unele indicaţii în privinţa forabilităţii lor. În prima parte, intitulată „Clasificarea rocilor", se trec în revistă diversele metode de încercare ce s-au propus sau se execută asupra rocilor, ca încercări de zgîriere, resaltare, poansonare în diferite forme de poansoane. Se găseşte că cele mai avantajoase încercări pentru determinarea rocilor sînt cele utilizate de Srainer şi şcoala lui din U.R.S.S., care întrebuinţează un poanson cilindric cu capul plat.

Srainer împarte modul de comportare a rocilor în trei categorii :

1. *Roci fragile*, la care deformaţia variază liniar cu sarcina şi distrugerea se produce în domeniul deformaţiilor elastice. Rezistenţa la zdrobire a rocii în condiţiile distrugerii cu poansonul este :

$$P_d = \frac{P}{S},$$

unde P este sarcina-limită de ruptură, în kgf ; secţiunea poansonului, în mm².

2. *Roci elastico-plastice*. La aceste roci apare întîi o fază de deformaţie elastică, reprezentată pe diagrama efort-deformaţie printr-o dreaptă, apoi o zonă de deformaţii plastice, reprezentate printr-o serie de drepte cu pante descrescătoare.

Rezistenţa la zdrobire este dată prin aceeaşi formulă.

3. *Roci ce nu se disting în cazul poansonării.* Sînt în genere rocile poroase la care are loc o fisurare fină sub poanson. Situaţia este la fel la rocile foarte plastice, care nu se deformează decît sub poanson.

Se descriu şi alte încercări : de abraziune, de rezistenţă la uzură şi de rezistenţă la şoc.

În partea a doua a articolului se apreciază valoarea acestor diferite încercări pentru determinarea forabilităţii rocilor şi se trage concluzia că numai probele Srainer au o oarecare însemnătate pentru forabilitate. Se arată însă că legile de distrugere a rocilor sînt multiple şi complicate şi că nu se poate defini o noţiune generală de forabilitate, ea nefiind o proprietate intrinsecă a rocii.

Forabilitatea trebuie studiată în funcţie de cuplul rocă/unealtă.

În principiu, este de aşteptat ca să existe atîtea clasamente de forabilitate cîte procese diferite de distrugere a rocilor se utilizează.

S-ar putea, deci, defini forabilitatea unei roci ca fiind aptitudinea unei roci de a se lăsa pătrunsă mai uşor sau mai greu de o unealtă determinată, în condiţii bine definite de

metodă, material şi diferitele contigente, astfel încît să fie plasată în condiţii optime de foraj.

În principiu, eşantioanele de rocă pe care se operează ar trebui puse în condiţii de constrîngere şi de aşezare în care se află în poziţia lor naturală, astfel încît să se obţină un mecanism de distrugere, identic cu cel ce ar avea loc in situ.

Pentru unealtă, se găseşte că cel puţin pentru sapa cu role procesul de distrugere este cunoscut dacă se pot determina :

— constrîngerile la contactul unealtă/rocă ;
— limita de oboseală a rocii ;
— rezistenţa la zdrobire (care poate fi asimilată cu duritatea Srainer).

Autorii găsesc că este o necesitate imperioasă, pentru a se putea progresa, să se facă un studiu detaliat al forabilităţii rocilor.

Articolul este însoţit de patru tablouri de clasificare a rocilor după diferite criterii : duritatea Strainer, modulul de elasticitate, coeficientul de plasticitate, travaliul specific de contact.

A. Vusianovic. **Convertizorul de cuplu hidraulic utilizat ca frînă în instalaţiile de foraj.** În : Erdöl, apr. 1963, p. 158.

Convertizorul de cuplu hidraulic poate fi utilizat şi ca frînă hidraulică în aparatele de foraj, deoarece momentele de frînare disponibile ale turbinei convertizorului de cuplu sînt mai mari decît momentul maxim de pornire pentru ridicarea sarcinii. În consecinţă, este posibil să se frîneze chiar sarcinile cele mai grele după o frînare de durată scurtă. Folosirea frînelor adiţionale hidraulice sau cu curent Foucauld nu mai este necesară.

Problema frînării cu convertizorul de cuplu nu consistă în producerea momentelor necesare pentru frînare, ci în limitarea lor pentru a evita o supraîncărcare bruscă a aparatului de foraj. Se înţelege că în acest scop este necesară o reglare fină a admisiei de putere în convertizorul de cuplu, deoarece forţa de admisie şi turaţia negativă a turbinei sînt decisive pentru punctul culminant al momentelor frînării.

Convertizoarele de cuplu cu palete reglabile îndeplinesc cel mai bine aceste condiţii, deoarece prin reglarea paletelor şi prin reglarea turaţiei admisia de putere poate fi reglată fără trepte de la aproape zero pînă la valoarea maximă. Această împrejurare face posibile un început foarte fin al frînării, o diminuare a vitezei de scădere a sarcinii şi, în plus, o influenţă negativă a turaţiei turbinei la începutul frînării, ţinînd seamă că frînînd cu ajutorul convertizorului de cuplu trebuie să se observe o conexiune pozitivă între turbină şi sarcină.

Reglarea paletelor şi a turaţiei motorului garantează trecerea lentă a admisiei de putere în timpul frînării ; aceasta evită momentele de frînare prea ridicate, chiar şi în cazul unei manipulări greşite. Supraîncărcarea aparatului de foraj este exclusă chiar în cazul unei intervenţii manuale greşite.

Securitatea funcţionării convertizorului de cuplu utilizat ca frînă este datorată unei dezvoltări îndelungate efectuate cu o serie de aparate de foraj grele şi semigrele. Experienţele acumulate în şantierele de foraj, ca şi măsurile executate demonstrează că nu există piedici pentru utilizarea convertizoarelor de cuplu drept frîne în aparatele de foraj.

J. Pottier şi P. Jaquard. **Influenţa capilarităţii asupra deplasării instabile a fluidelor nemiscibile în mediu poros.** În : Revue de l'Institut Français du Pétrole, nr. 4, 1963, p. 527.

Studiul simplificat al drenării zăcămintelor pune problema deplasării, în mediu poros, a unui front separînd zona de ţiţei de zona ocupată de fluidul de injecţie. Cînd contrastul de mobilitate este defavorabil, experienţa arată că se formează digitaţii ale fluidului injectat în fluidul preexistent. Prezentul articol efectuează studiul teoretic al acestor digitaţii în cazul deplasărilor nemiscibile cu două dimensiuni.

Se reaminteşte la început soluţia completă obţinută de P. Jaquard şi P. Sequier şi se calculează presiunea în această soluţie. Se studiază apoi influenţa forţelor capilare ; un nou termen trebuie adăugat termenului presiunii în expresia variaţiei energiei în deplasare. Lungimea de undă a digitaţiilor este cea care reduce la minimum suma celor doi termeni şi este egală cu $\lambda = 2\pi \sqrt{\frac{3Bh}{fV(\mu_1-\mu_2)}}$. Se utilizează apoi semnificaţia fizică a valorii energiei superficiale B a frontului de contact dat de experienţe, arătînd că zona de amestec intim a două fluide, în zona de front, are grosimea de circa trei ori diametrul granulelor.

În concluzie, articolul scoate în evidenţă semnificaţia deplasării studiate : ea reprezintă caracteristicile medii ale deplasării prin digitaţii datorate contrastului de mobilitate defavorabil. Extensiunea studiului la fronturi mai complexe pare interesantă şi utilă.

Recenzii

R. Hauer şi C. Stanciu : **Protecţia muncii în industria petrolieră şi chimică.** Editura didactică şi pedagogică, Bucureşti, 1962, 185 p.

Protecţia muncii, care constituie la noi o problemă de stat în anii puterii populare, a făcut obiectul a numeroase publicaţii.

Grija deosebită faţă de om se reflectă atît printr-o serie de măsuri speciale luate în acest scop de toate întreprinderile, cît şi prin însuşirea de către oamenii muncii a normelor de tehnica securităţii şi de protecţia muncii. În acest sens, au fost introduse şi în şcolile profesionale, de unde se recrutează viitorii muncitori şi tehnicieni, lecţii speciale de protecţia muncii. Cartea de faţă se adresează viitoarelor cadre ce vor lucra în industria chimică şi petrolieră şi prezintă la nivel mediu multiplele şi complexele probleme legate de protecţia muncii.

Împărţită în trei părţi, cartea cuprinde probleme generale de protecţia muncii, protecţia muncii în industria petrolieră şi în industria chimică. Domeniul abordat fiind deosebit de vast faţă de proporţiile cărţii, este evident că nu se pot aprofunda problemele specifice în fiecare caz în parte. Meritul cărţii este însă acela că au fost prinse toate aspectele problemelor de protecţia muncii, ceea ce uşurează mult posibilitatea ca cei ce se preocupă de aceste probleme să-şi facă o privire de ansamblu justă. Astfel, în partea I a cărţii sînt expuse toate obiectivele de care se ocupă protecţia muncii, alături de substanţe toxice industriale şi prafuri, referindu-se la problemele de zgomot şi iluminat, precum şi la explozii, incendii şi la igienă industrială etc.

Partea consacrată industriei petroliere cuprinde şi N.T.S. la exploatarea utilajului mecanic şi energetic (care sînt aplicabile în toate întreprinderile indiferent de profilul lor). Problemele de protecţie a muncii la supravegherea compresoarelor, motoarelor cu ardere internă şi maşini cu abur, precum şi la transportul utilajelor grele, ca şi la sudură sînt general valabile. Pentru industria petrolieră se arată măsurile de tehnică a securităţii la montarea şi mutarea turlelor, ca şi a utilajului de foraj şi exploatare. Problemelor legate de forarea sondelor li se acordă o atenţie deosebită, arătîndu-se pentru fiecare utilaj important şi operaţii principale ce condi-

ţii trebuie îndeplinite pentru respectarea normelor de tehnică a securităţii. La fel de atent sînt prezentate problemele ivite la exploatarea sondelor (la erupţia naturală şi artificială, prin pompaj de adîncime sau în cazul erupţiilor libere), dîndu-se indicaţii preţioase asupra măsurilor ce trebuie luate. Evident că aceste îndrumări de N.T.S. au un caracter general, pentru aplicare trebuind a fi completate cu condiţii specifice locale, deoarece rolul cărţii este tocmai acela de a da principiile şi măsurile general valabile pentru protecţia muncii. Spre deosebire de fazele precedente, rafinarea şi obţinerea produselor speciale petroliere se bucură de un spaţiu mult prea mic.

În partea referitoare la industria chimică se prezintă pe scurt măsurile de tehnica securităţii la principalele operaţii specifice acestei industrii, după care se trec în revistă fabricaţiile principale din industria chimică privite sub aspectul protecţiei muncii.

Această carte, cuprinzînd multiple aspecte ale protecţiei muncii, interesează, pentru informare, cercuri mult mai largi decît cele cărora le-a fost adresată.

Aramă C., Grünwald B., Dudaş Tr., Dănescu Al., Apostolescu N., Manole A.: **Combustibili şi lubrifianţi pentru motoare.** Bucureşti, Editura tehnică, 1962, 410 p.

Colectivul de autori ai acestei cărţi şi-a asumat răspunderea de a prezenta prima carte de acest gen în literatura noastră tehnică, care să se adreseze atît tehnicienilor care lucrează în domeniul motoarelor cu ardere internă, cît şi celor din domeniul fabricării combustibililor şi lubrifianţilor. Adresîndu-se la două categorii de tehnicieni cu specific diferit în aparenţă şi care au în fond multe obiective comune, autorii au trebuit să prezinte problemele într-un mod anumit: cele de tehnologie chimică la nivelul tehnicienilor din exploatarea motoarelor cu ardere internă, iar cele legate de exploatarea acestor motoare la nivelul tehnicienilor din industria producătoare de combustibili şi lubrifianţi. Privind astfel lucrurile, nu trebuie considerată ca o lipsă a autorilor prezentarea sumară a anumitor capitole. Este evident că capitolele consacrate tehnologiei de fabricaţie a combustibililor lichizi, uleiurilor minerale şi unsorilor consistente sînt prea sumare pentru tehnicienii din industria prelucrătoare de ţiţei, acestea avînd rolul de informare a tehnicienilor din exploatarea motoarelor. De asemenea, referitor la construcţia motoarelor cu ardere internă, autorii nu insistă decît asupra acelor părţi din motor care prezintă importanţă pentru exploatarea combustibililor şi lubrifianţilor, astfel încît tehnicienii din industria petrolieră să cunoască bine modul de utilizare a produselor acestora. Prezentînd astfel şi aspectele de fabricaţie şi cele de exploatare, autorii expun foarte pe larg capitolele „comune", care sînt de primă importanţă atît pentru producătorii de combustibili şi lubrifianţi cît şi pentru „beneficiarii" acestor produse.

Arderii combustibililor îi este consacrat un capitol dezvoltat, în care consideraţiile teoretice, fără a fi expuse la un nivel superior, ocupă un prim loc: termodinamica (cît şi cinetica) arderii, precum şi propagarea flăcării sînt prezentate pe larg, abordîndu-se multiplele aspecte ale acestor procese. Arderea în motoarele cu aprindere prin scînteie şi cele cu aprindere prin compresiune este prezentată în mod special, insistîndu-se atît asupra formării amestecului de aer şi vapori de combustibil (prin carburaţie şi prin injecţie), cît şi asupra arderii propriu-zise. Ceea ce merită o atenţie deosebită este faptul că autorii subliniază permanent influenţa compoziţiei şi calităţii combustibililor asupra procesului de ardere în motoare. Departe de a avea un aspect descriptiv, acest capitol are un caracter analitic critic şi, ca atare, cuprinde un material de importanţă deosebită pentru cei interesaţi.

Cea mai mare extindere o are capitolul consacrat proprietăţilor fizico-chimice ale combustibililor; urmînd acelaşi mod de prezentare a problemelor, proprietăţile combustibililor sînt clasificate după modul în care influenţează asupra iuncţionării motoarelor cu ardere internă, asupra pulverizării, vaporizării şi arderii combustibilului, asupra uzurii motorului, asupra transportului şi depozitării. În general, pentru fiecare proprietate a combustibililor se arată de cine este determinată (legătura dintre compoziţie şi calitate), modul de determinare (proba de control după metode standardizate) şi, în final, modul cum influenţează acea proprietate asupra comportării combustibilului în exploatare.

Adaosurilor pentru ameliorarea calităţii combustibililor (antidetonanţi, acceleratori etc.) le este consacrat un spaţiu mai restrîns, chiar prea restrîns, influenţei şi rolului acestora trebuind să li se fi acordat o atenţie mai mare. Sînt prezentate şi problemele legate de utilizarea combustibililor grei, care sînt, în unele privinţe, diferite mult de cele ale combustibililor uşori, datorită proprietăţilor lor fizico-chimice diferite.

După unele consideraţii asupra frecării şi ungerii, autorii expun problemele de ungere a motoarelor în mod similar cu cele adoptate pentru combustibili. Tehnologia de fabricaţie expusă informativ este urmată de o prezentare pe larg a proprietăţilor fizico-chimice ale uleiurilor şi, mai ales, de influenţa acestor proprietăţi în exploatare. Autorii insistă de astă dată asupra aditivilor pentru ameliorarea calităţii uleiurilor, arătîndu-se pe larg rolul diverşilor aditivi.

Cartea „Combustibili şi lubrifianţi pentru motoare" a fost bine primită de cercurile celor interesaţi, ceea ce explică succesul de librărie pe care l-a avut. Deşi nu este la un nivel prea înalt, lucrarea prezintă multiplele aspecte ale tuturor problemelor din acest domeniu, ceea ce a justificat interesul pentru această lucrare.

Lisicikin Ş. M.: **Industria de petrol a ţărilor din Orientul apropiat, mijlociu şi îndepărtat.** În: Neftianoe Hoziaistvo, nr. 2, 1963.

Lucrarea lui S. M. Lisicikin, „Industria petrolului din ţările Orientului apropiat, mijlociu şi îndepărat", publicată în 1962 în editura „Gostoptehizdat", este închinată dezvoltării industriei petrolului în ţările situate în zona unde sînt concentrate cele mai mari rezerve de ţiţei şi gaze.

De exemplu, în Arabia Saudită şi în Kuweit, numai pe malul Golfului Persic, exceptînd celelalte raioane ale Peninsulei Arabice, Mesopotamia etc., în etajele petroliere care au grosime de peste 500 m se află rezerve mai mari decît ţiţeiul produs în lume în cei peste 100 de ani de existenţă a industriei petrolului. După datele autorului, la începutul anului 1958 rezervele de ţiţei identificate în ţările capitaliste erau evaluate la 31,5 miliarde t, din care în Orientul apropiat şi mijlociu 23,1 miliarde t. În 1959, în această parte a lumii s-au extras circa 28% din totalul producţiei de ţiţei a ţărilor capitaliste. Debitul mediu pe sondă în Irak este egal cu debitul mediu pe 600 de sonde din S.U.A. sau cu debitul pe 24 ore al Japoniei. Autorul prezintă şi alte date interesante: în 1958, în S.U.A., din 570 000 de sonde active au fost extrase 330 mil. t ţiţei, iar din 800 de sonde din Orientul apropiat şi mijlociu, 214,7 mil. t. Folosind un material bogat apărut în publicaţiile oficiale ale celor mai mari monopoluri (pe care cercetătorii burghezi nu-l pot tăgădui), autorul arată convingător adevăratele cauze ale interesului pe care-l manifestă aceste monopoluri faţă de rezervele de petrol din Orientul apropiat şi mijlociu.

În carte se arată că lupta pentru resursele petroliere din Orientul apropiat şi mijlociu între monopolurile americane, engleze, franceze, olandeze şi altele nu numai că nu se aplanează, dar chiar se înteţeşte. Pînă la al doilea război mondial, monopolurile engleze acaparaseră aproape în întregime exploatările petroliere ale Orientului mijlociu şi apropiat. În anul 1929, S.U.A. au extras din Irak mai puţin de 0,15% din producţia acestui raion. După al doilea război mondial, lupta pentru rezervele de ţiţei ale Orientului s-a ascuţit şi mai mult. Profitînd de greutăţile financiare ale monopolurilor engleze de petrol şi de slăbirea economică şi politică a poziţiei Angliei, monopolurile S.U.A. au început să pătrundă mai energic, înlăturînd tot mai mult companiile engleze din industria petrolieră a ţărilor din Orientul mijlociu şi apropiat. Autorul arată că, deja în 1946, S.U.A. le aparţineau 41,4% din toate rezervele de ţiţei descoperite în acest raion, iar după încă 10 ani, în 1956, 59,6%.

În anul 1959, investiţiile americane din industria de petrol a acestei ţări au ajuns la 1 218 mil. dolari faţă de 93 mil. în anul 1939. Autorul arată că monopolurile americane din ţările Orientului mijlociu şi apropiat aproape că nu au sonde fără rezultat, faţă de zăcămintele din S.U.A., unde anual se cheltuiesc circa un miliard de dolari pentru forajul fără rezultat.

Pentru o argumentare mai mare a acestei probleme cercetate de el, autorul citează unele date din revista „World Oil", din care se vede că în perioada 1949—1958 investiţiile pentru o tonă de ţiţei extras în S.U.A., în medie, au fost de 12,30 dolari, iar în Orientul mijlociu de 1,18 dolari.

Autorul mai citează şi datele publicate în revista americană „Petroleum Outlook. Această revistă scrie că beneficiul la capitalul investit în industria petrolului din S.U.A. este de 20%, în Venezuela — 35%, iar în Orientul apropiat — 100%. De aceea, nu este de mirare că beneficiul companiei „Aramco" din Arabia Saudită a ajuns în ultimul timp la 600—800 mil. dolari anual, adică circa 50% din totalul investiţiilor S.U.A. în industria petrolului din Orientul mijlociu. Compania petrolieră anglo-iraniană în perioada 1938—1945 a avut un beneficiu global în valoare de 58 mil. lire sterline, iar beneficiul curat — 34 mil. lire sterline. Acest fapt arată că în decurs de şapte ani, numai beneficiul curat al acestei companii a atins suma capitalului investit. Aceste cifre ilustrează bine cauzele acestei ofensive hotărîte a capitalului american în Orientul mijlociu şi apropiat. Mişcarea de eliberare naţională ce se desfăşoară după cel de-al doilea război mondial a rupt lanţurile coloniale şi a dus la formarea unor state de sine stătătoare. Cu toate acestea, cele mai bogate zăcăminte de ţiţei, aproximativ 80% din totalul rezervelor de ţiţei din ţările capitaliste, continuă să se afle în mîinile capitalului monopolist.

Arătînd rolul crescînd al ţiţeiului şi gazelor în balanţa energetică a tuturor ţărilor (în anul 1900 petrolul în balanţa mondială energetică avea o pondere de 3,7%, în 1947—24% şi în 1959 consumul de ţiţei şi gaze în lumea capitalistă a ajuns la 56%, faţă de totalul resurselor energetice), S. M. Lisicikin citează date ale unor cercetători americani, care susţin că în 1985 consumul de produse petroliere în lume va ajunge la 2,16 miliarde t. În carte, în mod deosebit, se subliniază tendinţa monopolurilor anglo-americane de a transforma aceste ţări, bogate în petrol, într-o rezervă a principalelor ţări capitaliste.

Valoarea ştiinţifică a cărţii lui S. M. Lisicikin nu constă numai în aceea că arată lupta ascuţită a monopolurilor pentru acapararea petrolului din ţările Orientului apropiat şi mijlociu, ci şi în faptul că această carte cuprinde o analiză a dezvoltării industriei petroliere a fiecărei ţări în Orientul mijlociu şi apropiat, din momentul creării acestei industrii şi pînă în anii 1959—1960, a gradului de studiere a resurselor acestor ţări, a rezervelor de ţiţei şi gaze stabilite şi a celor posibile, a consumului de produse petroliere, a perspectivelor de dezvoltare, a mijloacelor de transport, a exportului şi importului de ţiţei şi al produselor petroliere şi a multor alte probleme.

Un mare interes prezintă capitolul XIX, dedicat industriei petroliere japoneze. Fără exagerare se poate spune că se ştie prea puţin despre industria petrolieră a acestei ţări, unde extracţia ţiţeiului din sonde se numără cu kilogramele şi unde totuşi se construiesc cele mai mari tancuri petroliere din lume cu o capacitate de 120—140 mii t.

Inovații

Dispozitiv pentru aprinderea explozivilor folosiți în tehnica forajelor

La perforarea coloanelor de sonde prin proiectile, prin jet sau prin torpile este necesară aprinderea unei cantități de pulbere explozivă aflată într-o cameră ermetic închisă, aprindere care se produce pe cale electrică, prin încălzirea unui filament aflat în contact cu pulberea.

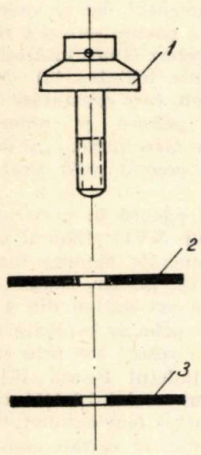


Fig. 1

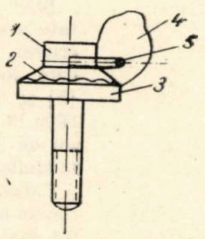


Fig. 2

Noul dispozitiv, construit de Grigore Zmeureanu de la ISEM, realizează acestă aprindere în condiții superioare, chiar în condițiile grele de foraj, cînd gaura sondelor este de obicei plină cu noroi, presiunea exercitată asupra aparatului este de ordinul a sute de atmosfere, iar presiunea în camera de explozie este de mii de atmosfere.

Dispozitivul cuprinde o piesă principală *1* în formă de supapă, a cărei tijă este filetată și prevăzută la partea superioară cu un orificiu, o rondelă subțire *2* din material izolant (celuloid, material plastic, pînză lăcuită) și o rondelă subțire din tablă *3* cu un orificiu central mai mare decît diametrul tijei, pentru a nu face contact direct cu piesa *1*. Toate acestea sînt asamblate printr-o simplă operație de presare (ambutisare) într-o matriță, urmată de introducerea filamentului *4* în orificiul respectiv și fixarea prin bolțul *5*.

În timpul operației de presare trebuie să se aibă grijă ca o extremitate a filamentului *4* să fie plasată între rondelele *2* și *3*, obținîndu-se poziția arătată în figura 2.

Dispozitivul astfel pregătit este gata de funcționare și se poate monta în camera de explozie, de exemplu în modul indicat de figura 3, care reprezintă o secțiune prin camera de explozie. Rondela izolatoare *6* și piuluța *7* centrează și izolează dispozitivul față de corp, îl etanșează și îl fixează. Pentru conectarea la circuitul electric de alimentare se poate folosi, de exemplu, un dop de cauciuc găurit central *8*, prin care se introduce conductorul izolat *7*, care îndeplinește

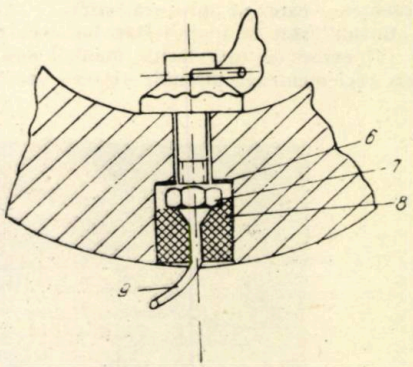


Fig. 3

și misiunea de element suplimentar pentru asigurarea etanșeității.

Dacă se conectează un pol al circuitului electric la conductorul *9*, iar celălalt la corpul camerei de explozie, se realizează un circuit electric corect, filamentul încălzit prin trecerea curentului provocînd aprinderea pulberii. Etanșarea este perfectă și a fost dovedită experimental prin faptul că rondela *6* și dopul de cauciuc *8* rămîn intacte și în poziția lor inițială după explozie. Numai rondelele *2* și *3* se deteriorează și trebuie înlocuite la fiecare tragere.

Avantajele noului dispozitiv sînt:

— funcționarea corectă a aprinderii, etanșarea perfectă la ieșirea gazelor dezvoltate de arderea explozivului, etanșarea perfectă contra pătrunderii lichidului din sondă în camera de explozie;

— montare ușoară și pregătire rapidă, cu mijloace simple;

— cost redus, singurele piese consumabile fiind rondelele și filamentul.

Cronică

ŞTIRI DESPRE PĂCURĂ ÎN SECOLUL AL XVII-lea

Prof. C. VLĂDESCU

Începînd din a doua jumătate a secolului XVI şi în tot cursul secolului XVII documentele sînt mai grăitoare în privinţa păcurii. Dacă pînă acum ele făceau doar simple menţiuni despre locuri cu păcură, cele din secolul XVII pomenesc despre „fîntîni de păcură" atît în Ţara Românească cît şi în Moldova, indicînd şi localităţile de unde se extrăgea. Despre sistemul de extracţie şi despre folosirea ei ne informează, abia la jumătatea secolului XVII călugărul Bandinus [1].

Documentele care ne procură ştiri despre „fîntîni" sînt în majoritatea lor hotărîri [2] emise de cancelariile domneşti, care reglementează pricinile dintre

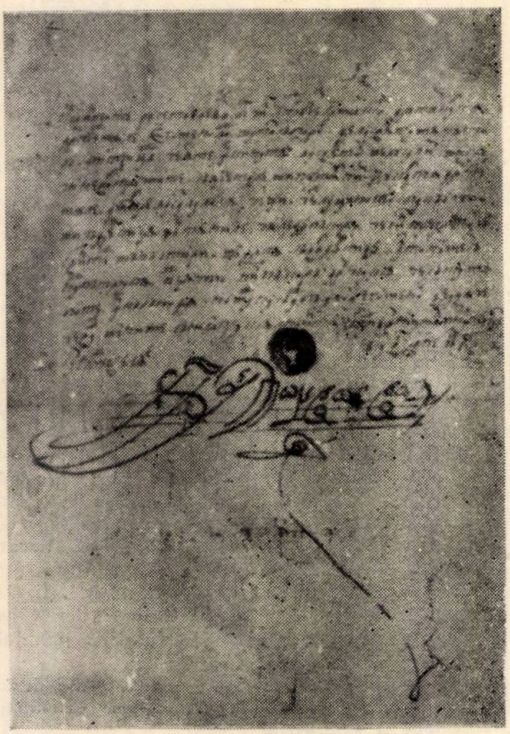


Fig. 1.

mînăstiri şi boieri, pe de o parte, şi ţărani — proprietari ai unor loturi de pămînt pe care se află păcură — pe de altă parte.

Aceste frămîntări, oglindite în documentele vremii, au ca obiect nu atît disputa proprietăţilor agrare, cît mai ales locurile pe care se află „fîntîni de păcură", dreptul de a le exploata şi de a dobîndi întregul venit de pe urma exploatării lor. În special mînăstirile, dar şi boierii îşi îndreaptă atenţia asupra lor, căutînd prin toate mijloacele să le acapareze în defavoarea fîntînarilor moşneni şi răzeşi. În acţiunea lor de acaparare, atît unii cît şi alţii sînt sprijiniţi de domnie, care se prevalase de dreptul de a-şi asuma o parte din acest venit.

Antonie Ruset porunceşte în 1668 ca egumenul mînăstirii Bistriţa *„Să fie tare şi putearnic cu cartea domniei miale să meargă la sat la Luicteşti ce-s la ţinutu Bacăului să deschiză fîntînile ciale de păcură... şi alţii, nime să n-aibi treabă a-i zîciui, nici păcură domnească ce să chiamă bute încă să nu dea"* [3]. De aici rezultă că există o „păcură domnească" partea ce revenea domniei din exploatarea păcurii, de asemenea că mînăstirea dobîndeşte privilegiul de a fi scutită de orice dare, chiar domnească.

Existenţa unei „păcuri domneşti" este semnalată şi de un alt document, din 1660, emis de Grigore Ghica, care întăreşte mînăstirii Pietriceaua *„Nişte fîntîni de păcură pe lîngă Valea Puturosului"* al căror venit *„Fostu-le-au strîns schilerii de la Cîmpina pe seama domnească"*. Documentul ne dovedeşte în acelaşi timp că păcura este şi o sursă de îmbogăţire. Grigore Ghica întăreşte acele „fîntîni" dăruite înaintea lui de Constantin Basarab, care constatase că mînăstirea era *„săracă şi rămasă fără niciun venit de nicio parte..."*, şi de aceea *„Au ados cu această milă fîntînile de păcură"* [4].

Ştiri despre păcură în a doua jumătate a secolului XVII aflăm şi din descrierea unui anonim olandez din 1687, care localizează păcură lîngă Tîrgşor [5] şi dintr-un act datînd din 4 aprilie 1699 în care e vorba de exploatarea unui soi de „păcură roşie" tot prin sistemul fîntînilor în judeţul Buzău [6].

Către sfîrşitul secolului XVII, cînd ştirile au un caracter mai detaliat, întîlnim tot mai des acte de vînzare-cumpărare, pentru proprietăţile în al căror sol se află păcură. Astfel cîţiva locuitori din Cocorăştii Caplei vînd în anii 1691 — 1692 mitropoliei din Tîrgovişte partea lor de proprietate din Drăgăneşti (Dîmboviţa) *„cu venitul păcurii"* [7], iar la 10 septembrie 1962, popa Dobrotă vinde stolnicului Pîrvu moşia din Păcuri *„cu fîntînile de păcură şi cu tot venitul ce ar fii după acea moşie"* [8].

Bibliografie

[1] Urechea, V. A. *„Memoriu asupra scrierii lui Bandinus de la 1646* pag. 53 Buc. 1895.

[2] Iorga N. *„Studii şi documente cu privire la istoria rominilor"*. Vol. VII, Bucureşti, 1904, pag. 288—298.

[3] Iorga, N. *„Neamul lui Petru Şchiopul şi vechi documente de limbă mai nouă"*, Buc. 1937, pag. 4.

[4] Arhivele statului Buc., Mitrop. Ţării Rom., LIII/4.

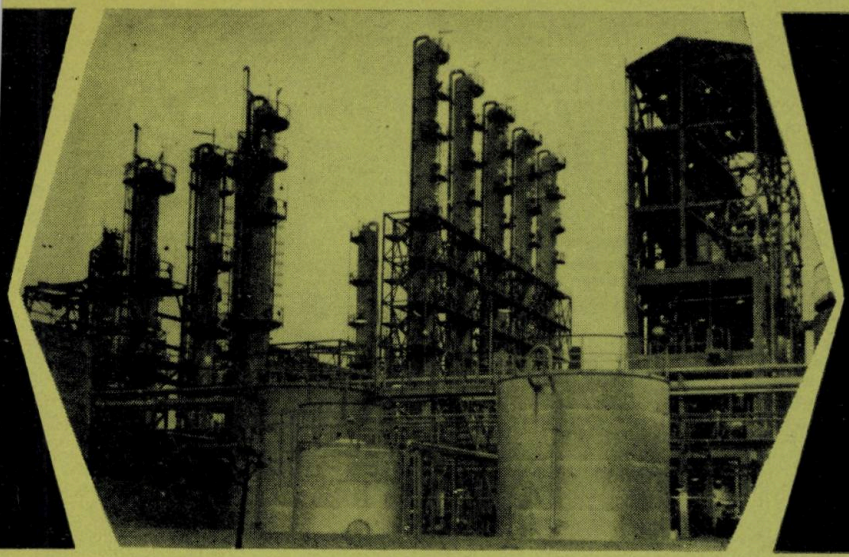
[5] „Bechryving van Walachien" (1687) în „Revista Istorică", An XI., nr. 1—3, pag. 37 (publicat de N. Iorga).

[6] Arhivele statului Buc., Ep. Buzău LIII/10.

[7]. Ibidem, Mitrop. Ţării Rom., CLXXIII/76, 77 şi 78.

[8]. Ibidem. Mînăstirea Banu, VI/7.

MŰSZAKI KÖNYVTÁR DOKUMENTÁCIÓS OSZTÁLYA 1983



CHIMIMPORT
BUCUREȘTI

Make full use of

RUMANIAN PATENTS and KNOV-HOW

for the chemical and chemico-pharmaceutical industries.

They will assist You to:

Modernise your factories

Raise output and increase productivity of labour

Make better and more efficient use of raw materials

Increase profits

For fullest information apply to:

CHIMIMPORT

BUCHAREST 10 Bvd. Republicii P.O.B. 525; Telex: 215 RUMANIA

Revista PETROL şi GAZE, organ a Ministerului Industriei Petrolului şi Chimiei şi al Consiliului Naţional al Inginerilor şi Tehnicenilor din R.P.R (C.N.I.T.) Redacţia: Bucureşti, str. Ion Ghica, nr. 3, raion Tudor Vladimirescu, telefon 16.78.78 Revista este editată de Centrul de documentare al industriei petrolului şi chimiei. Abonamentele pentru biblioteci, cabinetele tehnice, individuale se pot achita in numerar sau in contul nostru de virament : Centrul de documentare al industriei petrolului şi chimiei — sectorul publicaţiilor tehnice — telefon 13.52.23, Bd. N. Bălcescu, nr. 16, raion 30 Decembrie, cont 136402 — 17 B.R.P.R., Filiala 30 Decembrie, Bucureşti. Tarif pentru intreprinderi lei 100 anual ; tarif pentru abonamentele individuale : lei 30 anual. Preţul unui exemplar : lei 5. Taxele poştale plătite in numerar conform aprobării D.G.P. Tc. nr.560/ 11 759/1962. Tiparul : Întreprinderea Poligrafică Informaţia, Bucureşti — c. 3201

LEI 5

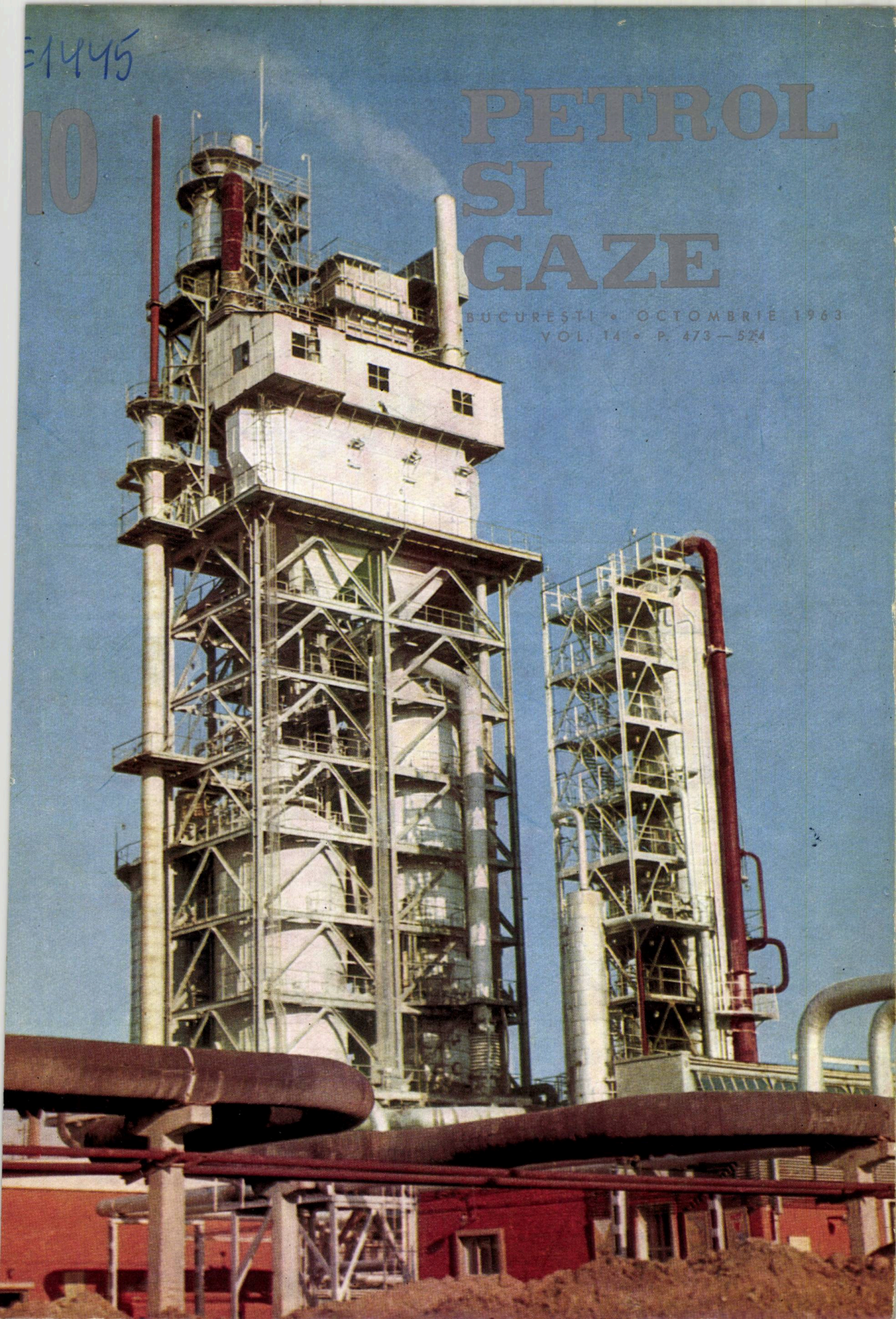
43103

E1445

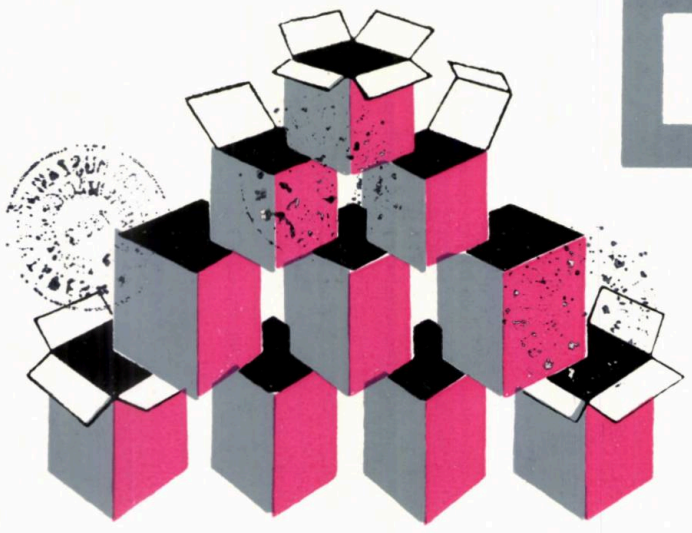
10

PETROL SI GAZE

BUCUREȘTI • OCTOMBRIE 1963
VOL. 14 • P. 473—524



IMPREGNANȚI ROMÎNEȘTI
DE CALITATE SUPERIOARĂ



PARAFINĂ TRANSPARENTĂ:

Punct de topire, °C	52/54	56/58	58/62
Conținut de ulei ASTM max., %	0,5	0,5	0,5

C E R E Z I N Ă

BITUM INDUSTRIAL

(PENTRU CONSTRUCȚII DE DRUMURI)

	C	D	parafinos
Punct de înmuiere I și B °C min.	90	85	85
Conținut de parafină (cu punct de topire min. 45°C) max.	2	2	6

Exportă:

PETROLEXPORT

BD. 6 MARTIE NR. 42 • BUCUREȘTI – ROMÎNIA

TEL. 15.70.17 • TELEX: 266

E 1445

PETROL SI GAZE

MUSZAKI EGYETEM KÖNYVTÁR

cuprins

	Pag.
GH. CHEȘCĂ: **Metoda punctelor conjugate în cazul vitezelor variabile**	476—480
G. PACOSTE, G. GEORGESCU, D. TOCAN, I. BANCIU, M. OLĂNESCU: **Studiul fenomenelor de pierdere a circulației la forajul sondelor și metode de detectare în zonele în care au loc pierderile**	481—489
N. STOIANOV, T. MIHĂESCU, A. MILIUTIN: **Tubarea coloanei intermediare la o sondă de mare adîncime**	490—494
GH. I. PETEU: **Radioactivitatea naturală a rocilor — element important în studiul formațiunilor străbătute de sonde**	495—499
S. TINDECHE: **Metode economice de tratare a țițeiului**	500—502
V. I. ROBU, C. TARAN, C. STRĂTULĂ: **Desulfurarea gazelor de rafinării**	503—508
D. GRIGORIU, V. SCHORR, M. CEIANU, M. ILEA, L. MĂZĂREANU, S. DESPA, AL. PLATON: **Extracția cu bioxid de sulf lichid a petrolurilor primare și de cocsare întîrziată provenite din țiței de Nahorkatya**	509—516
CRONICĂ	517
DOCUMENTARE	517—521
SCURTE ȘTIRI	521
RECENZII	522—523

COMITETUL DE REDACȚIE

Ing. I. NICULESCU, Laureat al Premiului de Stat, redactor responsabil, ing. GH. ALDEA, ing. I. COSTESCU, ing. V. COVRIG, dr. ing. N. CRISTEA, Laureat al Premiului de Stat, dr. ing. AL. DRĂGAN, ing. I. ISTRATE, ing. G. PACOSTE, ing. N. ROȘCA, ing. I. TOCAN, candidat în științe tehnice și ing. A. ZBEREA.

Fotografia de pe copertă reprezintă Rafinăria — Onești

содержание

Г. Кешка: **Метод сопряженных точек в случае непостоянных скоростей** 476—480

Г. Пакосте, Г. Джорджеску, Д. Токан, И. Банчу, М. Олэнеску: **Изучение явлений ухода раствора при бурении и методы определения зоны ухода** 481—489

Н. Стоянов, Т. Михэеску, А. Милютин: **Крепление промежуточной колонной сверхглубокой скважины** 490—494

Г. И. Петеу: **Естественная радиоактивность горных пород, важный элемент при исследовании пересеченных скважинами образований** 495—499

С. Тиндеке: **Экономичные методы обработки нефти** 500—502

И. Робу, К. Таран, К. Стратула: **Удаление серы из газа на нефтеперерабатывающих заводах** 503—508

Д. Григориу, В. Шорр, М. Чеану, М. Илеа, М. Мэзэряну, С. Деспа, А. Платон: **Экстракция жидкой двуокиси серы первичных нефтей и нефтей медленного коксования, происходящих из Нахоркатия** 509—516

ХРОНИКА 517

ДОКУМЕНТАЦИЯ 517—521

РЕЦЕНЗИИ 522—523

Н. Стоянов, Т. Михэеску, А. Милютин: **Крепление промежуточной колонной сверхглубокой скважины**

В одну из сверхглубоких скважин, бурящихся в РНР, была спущена одна из наиболее тяжелых промежуточных колонн. В настоящей статье вкратце описаны подготовительные работы, а также технологический процесс спуска и цементирования колонны.

Авторы статьи подчеркивают факт бурения до проектной глубины обсадки, а также производство всех работ по спуску и цементированию, при помощи румынского оборудования и материалов, причем некоторые из них являются опытными образцами. Проведенная работа подтвердила жизненность румынской техники в бурении и креплении сверхглубоких скважин отечественными материальными средствами.

Petrol şi gaze *14*, 10, стр. 490—494
ДК 622.245.1

Г. К. Петеу: **Естественная радиоактивность горных пород, важный элемент при исследовании пересеченных скважинами образований**

В статье приводится ряд аспектов относительно целесообразности применения гамма-диаграфии, отражающей природную радиоактивность горных пород в рамках способов геофизических исследований.

Приводятся теоретические элементы относительно происхождения и распределения естественной радиоактивности в породах, а также указываются возможности измерения в условиях скважин и в виде стратиграфических коррелирований, определение содержания глины в породах и др.

Приводятся примеры применения гамма-диаграфии при изучении геологических образований.

Petrol şi gaze *14*, 10, стр. 495—499
ДК 622.24 :550.83

И. Робу, К. Таран. К. Стратула: **Удаление серы из газа на нефтепереобрабатывающих заводах**

В настоящей работе исследовался теоретический аспект поглощения и десорбции сероводорода в растворе карбоната натрия. На основе полученных результатов, а таже на основе литературных данных по поглощению и десорбции меркаптана разработана лабораторная установка непрерывного действия для удаления серы из газа и рекуперации сернистых соединений. Впоследствии была спроектирована пилотная установка для удаления серы, построенная на одном из нефтеперерабатывающих заводов. На этой установке были проверены лабораторные данные и установены необходимые проектные параметры для сооружения промышленной установки.

Pertol şi gaze *14*, 10, стр. 503—508
ДК 665.547.93 :665.591

Д. Григориу, В. Шорр, М. Чеану, М. Илеа' М. Мэзэряну, С. Деспа, А. Платон: **Экстракция жидкой двуокиси серы первичных нефтей и нефтей медленного коксования, происходящих из Нахоркатия**

В настоящей работе приводится ряд аспектов связанных с экстракцией с помощью двуокиси серы первичных нефтей и нефтей медленного коксования, происходящих из Нахоркатия. В первой части работы освещаются результаты полученные при интерпретации кривых с двумя узлами, а затем указывается влияние основных параметров экстракции на выход и качество продуктов. Далее рассматривается изменение селективности растворителя по отношению к этим нефтям с целью установления оптимальных условий экстракции.

Petrol şi gaze *14*, 10, стр. 509—516
ДК 665.543

inhaltsverzeichnis

GH. CHESCA : **Die Methode der konjugierten Punkte im Falle von veränderlichen Geschwindigkeiten** 476—480

GH. PACOSTE, G. GEORGESCU, D. TOCAN, I. BANCIU, und M. OLĂNESCU : **Die Untersuchung der Umlaufverluste bei der Sondenbohrung und die Methoden für deren Entdeckung in den Verlustzonen** 481—489

N. STOIANOV, T. MIHĂESCU, und A. MILIUTIN : **Die Verrohrung der Mittelkolonne bei Tiefsonden** 490—494

GH. I. PETEU : **Die natürliche Radioaktivität der Gesteine — ein wichtiges Element beim Studium der von Sonden durchbrochenen Schichtenbildungen** 495—499

S. TINDECHE : **Wirtschaftliche Methoden der Erdölbearbeitung** 500—502

V. I. ROBU, C. TARAN und C. STRATULĂ : **Die Entschewefelung von Raffineriegasen** 503—508

D. GRIGORIU, V. SCHORR, M. CEIANU, M. ILEA, L. MĂZĂREANU, S. DESPA und AL. PLATON : **Die Extraktion von primären Leuchtölen und Produkten der verlangsamten Verkokung aus Nahorkatia-Erdölen mittels flüssigem Schwefeldioxyd** 509—516

CHRONIK 517

DOKUMENTATION 517—521

BUCHBESRECHUNGEN 522—523

N. STOIANOV, T. MIHĂESCU und A. MILIUTIN : **Die Vrrohrung der Mittelkolonne bei Tiefsonden.**

Bei einer der zurzeit in der RVR gebohrten Tiefsonden wurde eine der schwersten Mittelkolonnen die es bis jetzt im Lande gibt, verrohrt.

Die Arbeit erläutert die Vorbereitungsmassnahmen für diese wichtige Operation, sowie den technologischen Prozess der Verrohrung und Verkittung der Kolonne. Es wird hervorgehoben, dass sowohl die Bohrung der Sonde bis zur Verrohrungstiefe, als auch die Verrohrung als solche mit inländischer Ausrüstung und Materialien — von denen einige noch im Urmusterzustand — durchgeführt wurden.

Petrol şi gaze 14, 10, S. 490—494
DK 622.245.1

GH. I. PETEU : **Die natürliche Radioaktivität der Gesteine-ein wirchtiges Element beim Studium der von Sonden durchbrochenen Schichtenbildungen.**

Die Arbeit gibt einen Ueberblick der Anwendung der Gammadiagraphie, welche die natürliche Radioaktivität der Gesteine erfasst — im Rahmen der geophysikalischen Untersuchungsmethoden.

Es werden theoretische Elemente über die Natur und Verteilung der natürlichen Radioaktivität in Gesteinen als auch in den Messungsmöglichkeiten der letzteren bei Bohrungen dargelegt. Es werden Beispiele der Anwendung der Gammadiagraphie beim Studium der geologischen Schichtenbildungen in Form von stratigraphischen Beziehungen, Tongehaltbestimmungen der Gesteine usw. beschrieben.

Petrol şi gaze 14, 10, S. 495—499
DK 622.244 :550.83

V. I. ROBU, C. TARAN und C. STRATULĂ : **Die Entschwefelung von Raffineriegasen.**

Die Verfasser erläutern die theoretischen Aspekte des Absorbtionsprozesses und leiten den theoretischen Ausdruck für das Absorbtionsgleichgewicht des Schwefelwasserstoffes in Natriumcarbonatlösung ab. Auf Grund dieser Beziehung wurden im Laboratorium die entsprechenden Absorbtions- und Desorbtionsarbeiten im statischen System und weiterhin in einem kontinuierlichen Zweikolonnen-System durchgeführt. Auf Grund der im Laboratorium erhaltenen Ergebnisse, wurde eine industrielle Versuchsanlage projektiert.

Aehnliche Arbeiten wurden auch für die Entfernung und Rückgewinnung der Mercaptane durchgeführt.

Petrol şi gaze 14, 10, S. 503—508
DK 665.547.93 : 665.591

D. GRIGORIU, V. SCHORR, M. CEIANU, M. ILEA, L. MĂZĂREANU, S. DESPA und AL. PLATON : **Die Extraktion von primären Leuchtölen und Produkten der verlangsamten Verkokung aus Nahorkatia Erdölen mittels flüssigem Schwefeldioxyd.**

Die Verfasser beschreiben einige Aspekte der Extraktion von primären Leuchtölen und Produkten der verlangsamten Verkokung aus Nahorkatia- Erdölen mittels Schwefeldioxyd. Im ersten Teil des Artikels werden die Ergebnisse der Interpretierung der binodalen Kurven erläutert und auf den Einfluss der Veränderung der wichtigsten Extraktionsparameter auf die Ausbeute und Qualität der Produkte hingewiesen. Es wurde auch die Veränderung der Selektivität des Lösungsmittels gegenüber diesen Leuchtölen untersucht zwecks Bestimmung der optimalen Extraktionsbedingungen.

Petrol şi gaze *14* 10, S. 509—516
DK 665.543

Sommaire

GH. CHEȘCA : **La méthode des points conjugués dans le cas des vitesses variables** ..... 476 – 480

GH. PACOSTE, G. GEORGESCU, D. TOCAN, I. BANCIU, M. OLĂNESCU : **L'étude des phénomènes de perte de la circulation dans le forage des sondes et les méthodes de détection dans les zones où se produisent les pertes** ..... 481 – 489

N. STOIANOV, T. MIHĂESCU, A. MILIUTIN : **Le tubage de la colonne intermédiaire dans une sonde de grande profondeur** ..... 490 – 494

GH. I. PETEU : **La radioactivité naturelle des roches, élément important dans l'étude des formations traversées par les sondes** ..... 495 – 499

S. TINDECHE : **Méthodes économiques de traitement du pétrole brut** ..... 500 – 502

I. ROBU, C. TARAN, C. STRĂTULĂ : **La désulfuration des gaz de raffinerie** ..... 503 – 508

D. GRIGORIU, V. SCHORR, M. CEIANU, M. ILEA, L. MĂZĂREANU, S. DESPA et AL. PLATON : **L'extraction au bioxyde de soufre liquide des pétroles primaires et de kokéfaction retardée provenus du pétrole brut de Nahorkatia** ..... 509 – 516

CHRONIQUE 517

DOCUMENTATION ..... 517 – 521

COMPTES-RENDUS ..... 522 – 523

N. STOIANOV, T. MIHĂESCU, A. MILIUTIN : **Le tubage de la colonne intermédiaire dans une sonde de grande profondeur.**

Dans l'une des sondes de grande profondeur forées actuellement dans la R.P.R., on a tubé l'une des plus lourdes colonnes intermédiaire jamais tubées dans notre pays.

On expose les mesures préparatoires de cette importante opération et le processus technologique de tubage et de cimentation de la colonne. A remarquer que le forage de la sonde jusqu'à la profondeur de tubage ainsi que l'exécution même de toutes les opérations furent effectuées à l'aide d'outillages et équipements fabriqués en Roumanie, dont certains continuent d'avoir un caractère de prototype. On a confirmé ainsi la capacité du potentiel technique roumain d'exécuter et de tuber par des moyens indigènes des sondes de grande profondeur.

Petrol și gaze *14*, 10, p. 490—494
CD 662.245.1

GH. I. PETEU : **La radioactivité naturelle des roches, élément important dans l'étude des formations traversées par les sondes.**

L'auteur discute quelques aspects concernant l'utilisation de la diagraphie gamma — qui matérialise la radioactivité naturelle des roches — dans l'ensemble des procédés d'investigation géophysique.

On expose des éléments d'ordre théorique relatifs à la provenance et à la distribution de la radioactivité naturelle dans les roches, ainsi que les possibilités de mesurage dans des conditions de sonde. On exemplifie ensuite l'application de la diagraphie gamma aux études des formations géologiques sous forme de corrélations stratigraphiques, détermination de la teneur en argile des roches, etc.

Petrol și gaze *14*, 10, p. 495—499
CD 622.24.550.83

V. I. ROBU, C. TARAN, C. STRĂTULĂ : **La désulfuration des gaz de raffineries**

On présente les aspects théoriques du processus d'absorption déduisant aussi l'expression théorique de l'équilibre d'absorption de l'hydrogène sulfuré dans une solution de carbonate de sodium. Cette relation a permis d'effectuer au laboratoire les travaux afférents d'absorption et de désorption en système statique et ensuite en système de deux colonnes travaillant continuellement. Les données obtenues au laboratoire ayant confirmé les prévisions théoriques, on a procédé à l'établissement du projet de l'installation pilote industriel. Une fois achevée la construction de ce pilote dans une raffinerie, on l'a mis en fonction, ce qui a permis de vérifier une fois de plus les prévision théoriques et les résultats de laboratoire.

Parallèlement à l'élimination de l'hydrogène sulfuré, on a effectué des travaux similaires en vue de l'élimination et la récupération des mercaptanes.

Petrol și gaze 14, 10, p. 503—508
CD 665.547.93 : 665.591

D. GRIGORIU, V. SCHORR, M. CEIANU, M. ILEA, L. MĂZĂREANU, S. DESPA et AL. PLATON : **L'extraction au bioxyde de soufre liquide des pétroles primaires et de kokéfaction retardée provenus du pétrole brut de Nahorkatia**

L'article présente certains aspects de l'extraction au bioxyde de soufre des pétroles primaires et de kokéfaction retardée provenus du pétrole brut de Nahorkatia.

Dans la première partie, on fournit les résultats obtenus par l'interprétation des courbes binodales et on indique la variation des principaux paramètres d'extraction sur le rendement et la qualité des produits. On présente aussi la variation de la sélectivité du solvent à l'égard de ces pétroles, en vue d'établir les conditions optima d'extraction.

Petrol și gaze 14,10 p. 509—516
CD 665.543

contents

GH. CHEȘCA : **The method of conjugated points in the case of variable rates** 476–480

GH. PACOSTE, G. GEORGESCU, D. TOCAN, I. BANCIU și M. OLĂNESCU : **Studies on loss of circulation in well drilling and the methods of detecting it in areas where losses occur** 481–489

N. STOIANOV, T. MIHĂESCU, A. MILIUTIN : **The tubing of the intermediate column in a deep well** 490–494

G. I. PETEU : **The natural radioactivity of wells — an important element in studying the formations traversed by wells** 495–499

S. TINDECHE : **Economic methods for crude oil treatment** 500–502

V. I. ROBU, C. TARAN, C. STRĂTULĂ : **Refinery gas purification** 503–508

D. GRIGORIU, V. SCHORR, M. CEIANU, M. ILEA, L. MĂZĂREANU, S. DESPA and AL. PLATON : **The extraction by means of liquid sulphur dioxide of primary and delayed coking oils obtained from Nahorkatia crude oil** 509–516

CHRONICLE 517

DOCUMENTATION 517–521

SCURTE ȘTIRI 521

REVIEWS 522–523

N. STOIANOV, T. MIHĂESCU, A. MILIUTIN : **The tubing of the intermediate column in a deep well.**

One of the heaviest intermediate columns ever tubed in our country has been tubed in one of the deep wells drilled at present in the R.P.R.

The paper describes the preparatory measures required by this important operation as well as the technological process involved by column tubing and cementing.

The fact is stressed that well drilling to tubing depth and the execution itself of all operations were carried out by means of Rumanian — made equipment and materials part of which being still of a prototype character. The capacity of the Rumanian technical potential of drilling and tubing deep wells by indigenous means has thus been once more confirmed.

Petrol și gaze 14, 10, p. 490—494
DC 622. 245. 1.

I. PETEU : **The natural radioactivity of wells — an important element in studying the formations traversed by wells.**

The author discusses the utility of the gamma diagraphy — materializing the natural radioactivity of rocks — among the geophysical investigation methods.

Some theoretical elements regarding the origin and distribution of natural radioactivity in rocks are being analysed as well as measuring possibilities under well conditions. Some examples are given to illustrate the application of gamma diagraphy to the studies of geological formations including stratigraphic correlations, rock clay content determination, etc.

Petrol și gaze 14, 10, p. 495—499
DC 622.24 :550.83

I. ROBU, C. TARAN, C. STRĂTULĂ : **Refinery gas purification**

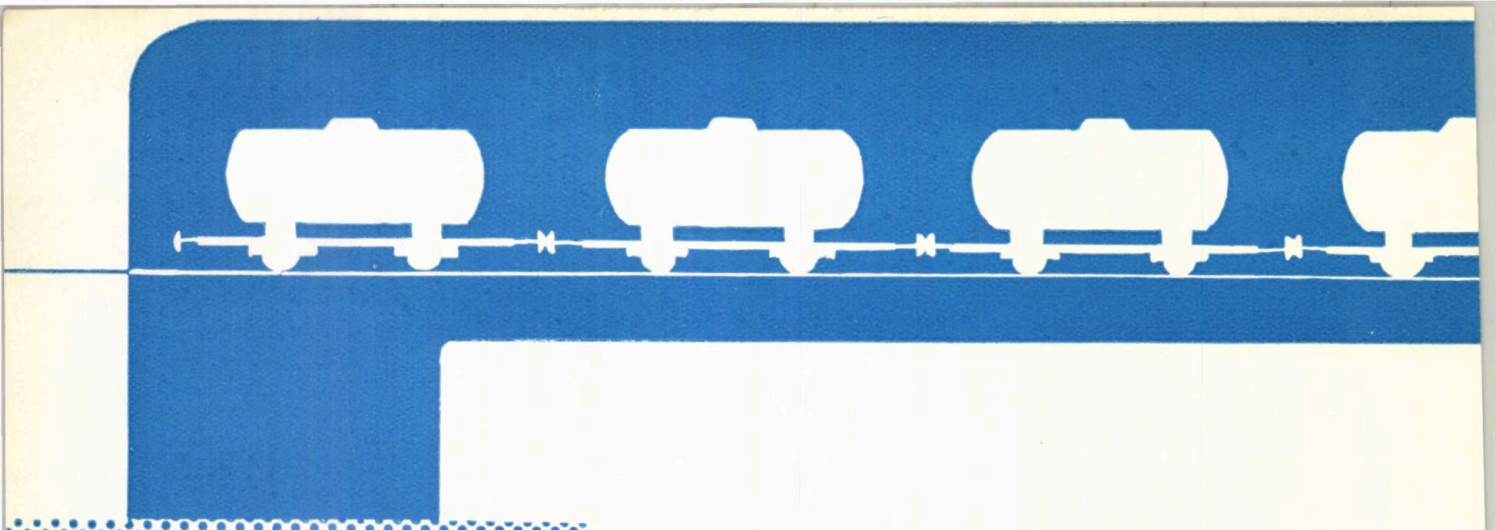
In this paper the theoretical and practical aspects of the H_2S — absorption and desorption in Na_2CO_3 — solution were investigated. The results, together with literature data on R-SH — absorption and desorption in NaOH — solution, were used for the construction and operation of a continuous laboratory plant for sulfur removal and recuperation. Laboratory data were further used to design a pilot plant which was installed and operated in one of the refineries. Pilot plant operations permitted to establish all parameters required by the design of an industrial plant.

Petrol și gaze 14, 10 p. 503—508
DC 665.547.93 :665.591

D. GRIGORIU, V. SCHORR, M. CEIANU, M. ILEA, L. MĂZĂREANU, S. DESPA and A. PLATON : **The extraction by means of liquid sulphur dioxide of primary and delayed coking oils obtained from Nahorkatia crude oil.**

This paper discusses some aspects concerning the extraction by means of sulphur dioxide of primary and delayed coking oils obtained from Nahorkatia crude oil. After presenting the results obtained from the interpretation of binodal curves, one describes the variation in the main extraction parameters on the yield and quality of products. The variation in the solvent selectivity towards these oils is also described in order to establish the optimum extraction conditions.

Petrol și gaze 14, 10 p. 509—516
DC 665.543



ALCOOLS GRAS SYNTHÉTIQUES

CHIMIMPORT
BUCURESTI

FRACTIONS : C_{10}—C_{14}
C_{15}—C_{18}
et au-dessus de C_{19}

Produits de la pétroléochimie roumaine aux emplois variés

EXPORTATEUR : **CHIMIMPORT** — BUCAREST
10, Bd. Republicii — B. P. 525 — Téléphone : 16-06-36
Telex : 215 — Adresse télégraphique : CHIMIMPORT — Bucarest

PETROL
SI
GAZE

ANUL XIV Nr. 10 OCTOMBRIE 1963
ORGAN AL MINISTERULUI INDUSTRIEI PETROLULUI
ŞI CHIMIEI ŞI AL CONSILIULUI NAŢIONAL AL
INGINERILOR ŞI TEHNICIENILOR DIN R. P. R.

Ziua petrolistului

A devenit o tradiţie ca în fiecare an, la începutul lunii octombrie, petroliştii noştri să sărbătorească „Ziua petrolistului". Această sărbătoare consfinţeşte înalta apreciere pe care partidul şi guvernul o acordă muncitorilor petrolişti din ţara noastră. „Ziua petrolistului" este închinată acelora care, prin munca lor neobosită, descoperă noi zăcăminte petroliere, extrag din adîncuri cantităţi sporite de ţiţei şi gaze, înalţă instalaţii moderne de exploatare şi prelucrare, construiesc noi tipuri de utilaje petroliere, ducînd astfel faima industriei noastre peste hotarele patriei.

Sărbătorirea „Zilei petrolistului" are loc anul acesta în condiţiile în care petroliştii muncesc cu elan pentru a realiza şi depăşi hotărîrile celui de-al III-lea Congres al Partidului Muncitoresc Romîn.

Reprezentanţi ai unei vechi industrii, muncitorii petrolişti romîni au dat şi dau dovadă de multă pricepere şi îndemînare în însuşirea metodelor celor mai avansate de lucru, precum şi în găsirea mijloacelor pentru aplicarea lor.

Ieri exploatat şi umilit de către societăţile capitaliste, astăzi stăpîn al mijloacelor sale de producţie, muncitorul petrolist a dat dovadă de un desăvîrşit devotament în muncă, mergînd adesea pînă la eroism.

Muncitorul petrolist romîn, condus de partid şi guvern, după eliberarea patriei a reuşit să lichideze rănile lăsate de regimul capitalist şi de cel de-al doilea război mondial.

În anul 1944, anul eliberării patriei noastre de sub jugul fascist, industria extractivă de ţiţei se găsea într-o situaţie extrem de grea, producţia de ţiţei scăzînd la 3,5 mil.t, cu 60% mai puţin decît în anul 1936.

Caracteristic pentru dezvoltarea industriei petroliere în întreaga perioadă de după naţionalizare a fost accentul deosebit pus pe lucrările geologice şi geofizice, precum şi pe forajul de explorare, în vederea măririi rezervelor industriale de ţiţei, condiţie esenţială pentru asigurarea unei reproducţii socialiste lărgite în extracţia ţiţeului şi pentru exploatarea raţională a resurselor de ţiţei.

Extinderea lucrărilor geologice şi geofizice a făcut ca volumul rezervelor de ţiţei să crească continuu ; au fost descoperite noi şi importante structuri de ţiţei şi gaze, iar pe structuri vechi au fost puse în evidenţă noi zăcăminte. Descoperirea de noi structuri productive în Muntenia, Oltenia şi Moldova a permis înregistrarea unei creşteri importante a producţiei de la 6 210 000 t în 1950 la 11 863 000 t în 1962.

Însuşirea noilor procedee tehnologice în forajul şi extracţia ţiţeiului a permis trecerea într-un ritm rapid la o exploatare raţională a zăcămintelor petroliere şi la reactivarea zăcămintelor vechi, degradate în trecut în urma exploatării excesive, impusă de societăţile capitaliste.

Hotărîrile Congresului al III-lea al P.M.R. cu privire la planul economic de şase ani şi la programul de dezvoltare a economiei naţionale în perspectivă, precum şi Hotărîrea C.C. al P.M.R. şi a Consiliului de Miniştri privind ridicarea nivelului tehnic al producţiei au pus sarcini vaste, complexe, în legătură cu progresul tehnic, cu introducerea în toate

ramurile economiei naţionale a cuceririlor ştiinţei şi tehnicii moderne, cu mecanizarea şi automatizarea treptată a producţiei şi cu aplicarea pe scară tot mai largă a proceselor tehnologice moderne.

În anii regimului nostru democrat-popular, activitatea de foraj a fost aşezată pe o bază nouă. Prin reutilarea cu instalaţii şi utilaje capabile să realizeze indicatori tehnico-economici superiori, vitezele de foraj au fost îmbunătăţite continuu. La aceasta au contribuit şi noile metode de lucru folosite, ca forajul cu turbina, forajul rapid, forajul cu apă, folosirea pe scară largă a sapelor cu role etc.

Pentru creşterea vitezelor de foraj, unul dintre cele mai importante elemente ale progresului tehnic în domeniul forajului l-a constituit forajul cu turbina, care asigură o viteză de foraj de 1,5—2 ori mai mare, o productivitate a muncii sporită cu 20—25% şi o reducere a preţului de cost de 15—20% faţă de forajul cu masa. Avantajele tehnico-economice ale acestei metode au dus la realizarea a peste 50% din metrajul total realizat în anul 1962, extinzîndu-se în anul 1963 la 60%. Prin măsurile luate s-au creat condiţii pentru realizarea unui nivel de 70% în anul 1965, conform Directivelor Congresului al III-lea al P.M.R.

Pe linia îmbunătăţirii regimului de foraj, se va da o atenţie deosebită forajului cu electroburul, noilor tipuri de sape, corespunzătoare metodelor de foraj şi naturii terenului, îmbunătăţirii continue a calităţii fluidelor de foraj. Obţinerea unor fluide de foraj de calitate îmbunătăţită, bazată pe un consum redus de chimicale, scăderea consumului de metal prin simplificarea programului de foraj, reducerea diametrului coloanelor, reducerea consumului de energie, combustibil şi materiale sînt, pe lîngă creşterea vitezelor de lucru, posibilităţi reale pentru reducerea continuă a preţului de cost.

În extracţia ţiţeiului, ca şi în foraj, procedeele tehnologice moderne folosite au contribuit la creşterea continuă a producţiei de ţiţei. Introducerea metodelor noi şi a tehnologiei moderne au urmărit asigurarea unei creşteri substanţiale a procentului de recuperare a ţiţeiului din zăcămînt şi intensificarea extracţiei din zăcămintelor vechi, în vederea asigurării unui preţ de cost cît mai redus pe tona de ţiţei extras.

În ultimii ani, o contribuţie substanţială la creşterea producţiei a avut-o aplicarea pe scară industrială a injecţiei de fluide în strat, în scopul menţinerii presiunii de zăcămînt sau a recuperării secundare. Activitatea de injecţie de fluide în strat a crescut în mod continuu, atît din punctul de vedere al cantităţilor de fluide injectate, cît şi ca număr de obiective supuse injecţiei. În prezent se injectează zilnic peste 41 mii m^3 apă şi circa 1,4 mil. m^3 gaze, numărul obiectivelor exploatate cu aceste metode fiind de 60.

În afară de aceste metode, o contribuţie deosebită la creşterea producţiei de ţiţei a sondelor au adus-o şi fisurarea hidraulică, tratamentele cu solvenţi şi substanţe tensioactive, precum şi metodele de combatere a viiturilor de nisip. Creşterea continuă a producţiei de ţiţei se datoreşte totodată şi măsurilor care au fost luate pentru stabilirea regimului optim la un număr cît mai mare de sonde.

Principalele sarcini prevăzute în planul economic de şase ani în ceea ce priveşte extracţia ţiţeiului, ca extinderea proceselor de recuperare secundară la zăcămintele vechi, intensificarea exploatării sondelor situate pe aceste zăcăminte, utilizarea gazelor şi creşterea producţiei de gazolină, constituie o preocupare deosebită pentru cadrele de muncitori, tehnicieni şi ingineri din schelele noastre petroliere.

Prin intensificarea forajului şi prospecţiunilor geologice în domeniul gazului metan se urmăreşte descoperirea de noi rezerve, care să permită exploatarea raţională a zăcămintelor şi, prin aceasta, să se asigure materia primă necesară industriei noastre chimice, în continuă dezvoltare.

Prin reutilarea tehnică a rafinăriilor şi introducerea celor mai noi procese de prelucrare s-a putut face faţă atît creşterii continue a producţiei de ţiţei, cît şi creşterii continue a valorificăriii produselor extrase din tona de ţiţei.

Prin punerea în funcțiune a noilor instalații bazate pe cele mai moderne procedee cunoscute de rafinare catalitică, hidrocracare, hidrofinare etc., la rafinăriile de la Brazi, Borzești, Teleajen și altele valorificarea țițeiului va atinge în 1965 o creștere cu 40% mai mare față de 1959.

La succesele obținute de petroliștii noștri a contribuit în mare măsură construcția în țara noastră a utilajelor petroliere, care sînt produse în prezent atît pentru acoperirea necesarului intern cît și pentru export, datorită calității și performanțelor lor tehnice.

Neprecupețind nici un efort, muncitorii, tehnicienii și inginerii din industria petrolieră întîmpină „Ziua petrolistului" în acest an cu noi și importante succese.

Pe primele opt luni ale anului 1963 producția globală în sectorul foraj-extracție a fost realizată în proporție de 103,9%, producția-marfă — 102,4%, producția de țiței — 101,0%, gaze utilizabile — 113,9%, la gazolină — 105,6%, realizîndu-se importante economii peste plan.

În sectorul de prelucrare au fost obținute, de asemenea, deosebite succese, producția globală fiind realizată pe șapte luni în proporție de 102,4%, realizîndu-se importante beneficii peste plan, iar valorificarea tonei de țiței realizată în proporție de 102,32% înregistrează o creștere cu 38,77% mai mare decît în anul 1959.

Petroliștii noștri se mîndresc cu brigăzile de foraj conduse de Mălinescu Dumitru de la Întreprinderea de foraj-R. Vîlcea, Moise Ion de la Întreprinderea de foraj-Ploiești, care au obținut importante depășiri ale metrajului planificat, realizînd totodată economii la prețul de cost, sau cu brigăzile de intervenție conduse de Marinescu Ion și Stoica Constantin care au obținut scurtarea timpului necesar de intervenție, contribuind astfel la realizarea planului de producție, și cu brigăzile de reparații capitale de sonde conduse de Dinescu Ioan de la schela Gura Ocniței și Stan Ion de la schela Băicoi, care au scurtat timpul de reparație a sondei și au obținut economii la prețul de cost.

În dragostea nețărmurită pentru petroliștii noștri, partidul și guvernul le creează condiții de trai material și cultural din ce în ce mai bune. În prezent, în noile orașe petroliere, în centrele muncitorești revărsate pe harta țării în zilele noastre se înalță noi blocuri, școli, spitale, cluburi, cămine etc.

Urmași ai păcurarilor care au smuls pămîntului „aurul negru", urmași ai generațiilor de petroliști, care suferind jugul crunt al exploatării capitaliste au făcut să izvorască petrolul din adîncuri, petroliștii patriei noastre libere și înfloritoare vor lupta și munci sub conducerea partidului cu forțe înzecite, pentru continua dezvoltare a industriei noastre petroliere.

Ing. GH. CHEȘCĂ

Metoda punctelor conjugate în cazul vitezelor variabile

Vitezele de propagare a undelor elastice în cadrul unui complex de roci pot varia după cele mai complicate legi. Acest fapt îngreuiază foarte mult construcțiile orizonturilor seismice.

În literatura de specialitate se cunosc procedee de construire a orizonturilor reflectatoare folosind viteze variabile atît pe verticală cît și pe orizontală.

Nu se cunosc însă procedee similare pentru orizonturile refractatoare. Acest fapt se poate explica prin unele particularități ale metodei de refracție, care complică construcțiile; astfel, pentru construcția orizontului refractator este necesară, pe lîngă viteza medie de propagare pînă la orizont, viteza de limită care poate prezenta și ea variații; nu s-a stabilit încă o relație practică între hodograful vertical (din sondă) și cel de refracție, relație care să permită folosirea vitezelor medii din seismocarotaj; nu se poate construi secțiunea de timp propriu-zisă care să permită o interpretare calitativă în cazurile necunoașterii vitezei etc.

Pentru construirea orizonturilor refractatoare s-a folosit mai mult metoda izocronelor care, în forma actuală, admite practic doar variații verticale ale vitezei medii. Cînd variațiile laterale ale vitezei medii sînt substanțiale, construcțiile nu se mai pot face în condițiile lucrărilor curente.

În lucrarea de față se tratează o încercare de adaptare a metodei punctelor conjugate la viteze variabile în general.

Metoda punctelor conjugate, așa cum a fost fondată de G. A. Gamburțev, se aplică pentru limite de formă complicată cu înclinări sub 15° în cazul vitezelor medii și de limită constante. Descrierea amplă a acestei metode este făcută în manualul de seismometrie al lui I. I. Gurvici.

În figura 1, punctele C și S, de pe profilul O_1O_2, cărora le corespund timpii t' și t de pe hodografii centralizați și reciproci H', H, avînd punctul de emisie B comun, sînt puncte conjugate.

Prin intermediul acestor puncte conjugate se poate construi limita refractatoare. Într-adevăr, cu ajutorul timpilor t' și t se stabilește timpul τ pe care l-ar parcurge unda pe drumul C, B, S:

$$\tau = t' + t - T. \qquad (1)$$

Produsul τV (V este viteza în mediul superior limitei de refracție) se poate considera suma constantă a două raze caracterizînd punctele de pe elipsă cu focarele în punctele conjugate C, S. Trasînd o infinitate de arce de asemenea

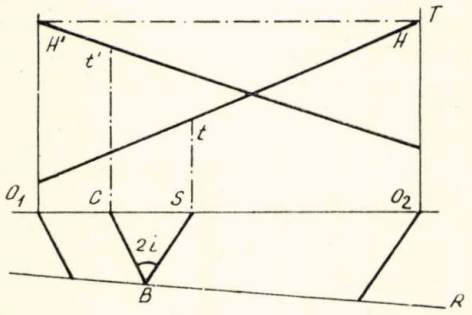


Fig. 1.

elipse, înfășurătoarea acestor arce constituie însăși limita de refracție.

În figura 2 este ilustrat procedeul grafic propus de N. N. Puzîriov pentru determinarea punctelor conjugate. Conjugatul oricărui punct S de pe profil se găsește stabilind distanța

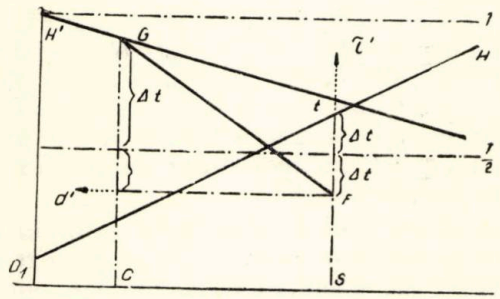


Fig. 2.

dintre cele două puncte d. Acest lucru se obține prin rezolvarea a două relații grafice cu necunoscutele d' și τ', și anume:

— relația $$\tau' = d' \frac{V_L}{\overline{V}^2} \qquad (2)$$

obținută din formula timpului inițial al refracției cu punctul de împușcare în S și punctul de apariție în punctul conjugat C $\left(\tau' = \frac{d \cos \varphi}{\overline{V} \sin i}\right.$; $\left.\cos \varphi \approx 1\right)$. Această relație, în cazul vitezei de limită V_L și vitezei medii $\overline{V}$ constante, reprezintă o dreaptă;

— a doua relație grafică este hodograful indirect H' raportat la sistemul coordonatelor τ' și d' $\left(\right.$coordonate ce se intersectează în punctul F simetric timpului t față de orizontala $\left.\frac{T}{2}\right)$. Valoarea τ' în punctul conjugat C este timpul τ; într-adevăr, relația (1) se poate scrie:

$$\tau = \left(t - \frac{T}{2}\right) + \left(t' - \frac{T}{2}\right),$$

cele două diferențe fiind Δt și $\Delta t'$ din figura 2.

Pentru rezolvarea celor două relații se trasează dreapta $\overline{FG}$ cu coeficientul unghiular conform relației (2); timpul punctului conjugat este intersecția dreptei cu hodograful H'.

ADAPTAREA METODEI LA VITEZE VARIABILE

Pentru a face mai comodă aplicarea vitezelor variabile se propune metoda punctelor conjugate într-o variantă mai simplă.

Se construiește locul geometric al punctelor F prin rotirea hodografului direct H în jurul orizontalei $\frac{T}{2}$ (fig. 3). Se translatează dreapta $\overline{G}$

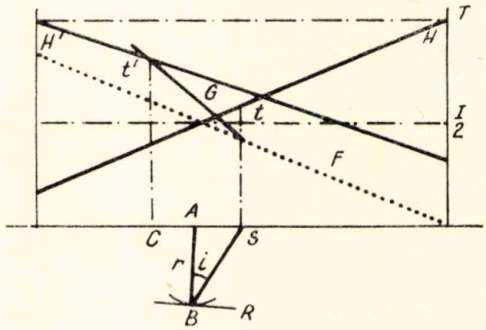


Fig. 3.

(dreaptă similară cu dreapta $\overline{FG}$ din fig. 2) prin punctele F, și pentru diferitele ei poziții se obțin punctele conjugate (distanța dintre punctele conjugate d, abscisa punctului conjugat și τ); operația de translație se face cu ajutorul unei abace transparente cuprinzînd dreapta $\overline{G}$.

Construirea limitei refractante se simplifică foarte mult dacă trecem de la metoda elipsei la metoda cercului. Trecerea este valabilă în cazul înclinării mici a limitei refractatoare, iar această condiție a fost pusă la baza însăși a metodei punctelor conjugate obișnuite. În figura 3 punctul B de pe limita refractantă este punctul de emisie comun al timpilor punctelor conjugate, iar punctul A împarte în două distanța dintre punctele conjugate d; considerînd că limita refractatoare este orizontală în punctul B, triunghiul ABS este dreptunghic; rezultă relația $\operatorname{tg} i = \frac{d}{2r}$. Din această relație se obține formula de calcul al adîncimii r pe perpendiculara la orizontul refractator:

$$r' = \frac{d'}{2} \sqrt{\left(\frac{V_L}{\overline{V}}\right)^2 - 1}, \qquad (3)$$

unde V_L este viteza de limită, iar $\overline{V}$ este viteza medie de deasupra limitei refractatoare. $r' = r_A$ este raza cercului cu centrul în punctul A, cerc ce înlocuiește elipsa cu focarele în punctele conjugate C și S.

Determinînd o infinitate de perechi de puncte conjugate C_i, S_i și punctele A_i cu razele r_i descriem arce de cerc a căror înfășurătoare este însăși limita refractatoare.

Prin acest procedeu de determinare a adîncimii nu mai este necesară cunoașterea timpilor τ, ci numai distanța dintre punctele conjugate d.

Construcția curbei punctelor F prin rotirea hodografului nu necesită cunoașterea vitezelor. În schimb, relațiile (2) și (3), necesare pentru obținerea punctelor conjugate și respectiv pentru stabilirea adîncimilor, conțin valorile vitezelor.

Luînd în considerare variația vitezelor în planul secțiunii, relațiile (2) și (3) se scriu:

$$\tau' = d' \frac{V_L(x, H)}{[\overline{V}(x, H)]^2}; \quad r' = d' \frac{1}{2} \sqrt{\left[\frac{V_L(x, H)}{\overline{V}(x, H)}\right]^2 - 1}.$$

În ambele formule, pe lîngă factorul comun d', în membrul al doilea avem funcții care depind de parametrii $k = \frac{V_L(x, H)}{[\overline{V}(x, H)]^2}$ și respectiv $q = \frac{V_L(x, H)}{\overline{V}(x, H)}$; notînd aceste funcții cu $K(k)$ și $Q(q)$, formulele de mai sus se simplifică astfel:

$$\tau' = d' \cdot K(k) \quad (4); \quad r' = d' \cdot Q(q) \qquad (5)$$

Expresiile (4) și (5) reprezintă familii de drepte în sistemele de coordonate τ', d', respectiv r', d'. Familiile de drepte pot fi construite în același grafic cu ordonata dublă $\tau' r'$, și abscisa comună d'. Fiecărei drepte din acest grafic îi corespunde un anumit parametru k și un anumit parametru q. Graficul complex descris și schițat în figura 4 este de fapt abaca de bază a construcțiilor noastre.

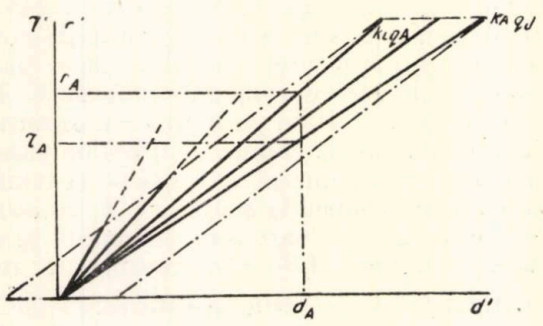


Fig. 4.

Presupunem că pe profilul din figura 3 vitezele sînt variabile și cunoscute în orice punct. Fie în punctul A vitezele $\overline{V}_A$ și V_{L_A}. Folosind dreapta k_A din abacă (dreapta ce înlocuiește dreapta $\overline{FG}$ din figura 2), găsim punctele conjugate în modul cunoscut; precizăm că trebuie căutate punctele conjugate astfel ca acestea să fie simetrice față de punctul A, și acest lucru se obține foarte ușor prin tatonare. Găsind punctele conjugate C și S, găsim și distanța dintre puncte d_A. Folosind dreapta q_A din abacă, pentru abscisa d_A, se găsește ordonata r_A, care este adîncimea pe perpendiculara dusă din punctul A la orizontul refractator. În continuare se procedează după cum am arătat mai sus.

În abaca din figura 4, sectorul cuprins între liniile întrerupte ar schița porțiunea de grafic corespunzătoare vitezelor întîlnite în realitate; acest sector la scările utilizate ar fi îngust de circa 0,1 m și lung de circa 1 m, permițînd întocmirea unei abace comode pe celuloid.

Experiența ne arată că viteza de limită V_L în majoritatea cazurilor este constantă, sau variabilă într-un diapazon foarte mic, și în acest caz relațiile (4) și (5) se simplifică, parametrii k și q fiind: $\frac{1}{[\overline{V}(x, H)]^2}$ și respectiv $\frac{1}{\overline{V}(x, H)}$.

Vitezele de limită se obțin din hodograful diferențial.

Vitezele medii se pot obține atît din hodograful de refracție (viteze efective) cît și din desfășurările de viteze întocmite după seismocarotaje (viteze medii propriu-zise). Folosirea vitezelor efective sau vitezelor medii propriu-zise introduce particularități diferite în metoda de construcție.

Cazul vitezelor efective. Fiind posibilă determinarea vitezelor efective după hodografii de refracție (de exemplu după metoda punctului inițial) se întocmește curba de variație a vitezei efective de-a lungul profilului. Cunoscînd această viteză în orice punct al profilului se construiește limita refractatoare foarte simplu.

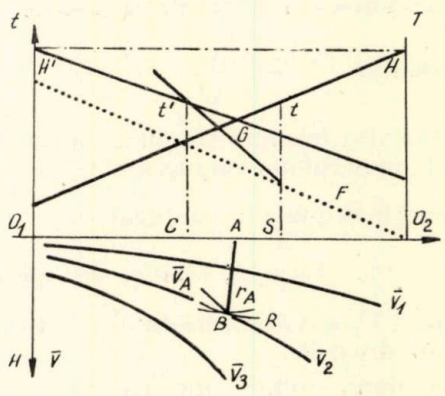
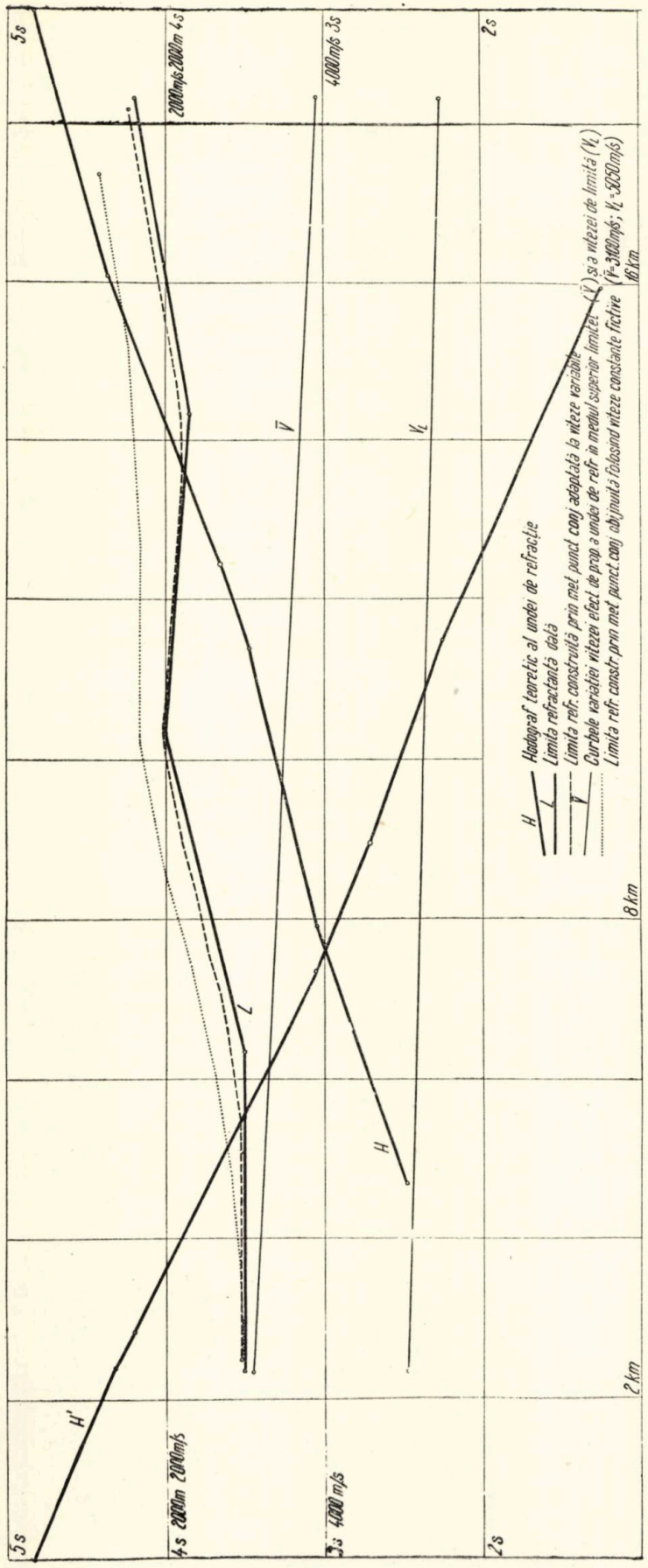


Fig. 5.

Cazul vitezelor medii. După cum se știe, în metoda undelor reflectate folosirea vitezelor medii determinate prin seismocarotaj este simplă, ca urmare a legăturii dintre viteza



Model teoretic

medie și timpul t_0 al reflecției. În K.M.P.V. nu se cunoaște o legătură similară practică.

Se propune mai jos un procedeu de folosire a vitezelor medii.

Conform seismocarotajelor sondelor din zonă se întocmește desfășurarea vitezelor medii în sistemul de coordonate x, H. În figura 5 sînt reprezentate atît hodograful centralizat cît și desfășurarea vitezelor.

Folosind abaca din figura 4, se alege o viteză medie aproximativă, și cu ajutorul dreptelor k_i și q_i obținem adîncimea r_i. Situăm adîncimea r_i în graficul desfășurării vitezelor, și citind viteza medie respectivă o comparăm cu viteza aleasă. Prin tatonare se obține coincidența vitezei medii alese și a vitezei citite din grafic, această valoare fiind viteza medie necesară. Viteza obținută în felul acesta într-un punct al profilului se ia de ghid pentru determinările în punctele vecine.

EFICACITATEA METODEI

Experimentarea metodei punctelor conjugate în cazul vitezelor variabile s-a făcut pe modele teoretice și în practica lucrărilor de refracție din Platforma moezică.

Alăturat se anexează un model creat în condiții apropiate de cele reale. S-a luat orizontul refractator la adîncimea de circa 2 000 —3 000 m, monoclinal, pe fondul căruia se reliefează un anticlinal accentuat și un sinclinal mai aplatisat; pentru comoditate s-au ales forme geometrice regulate. S-a luat o viteză medie efectivă (viteza cu care unda directă și de ieșire străbate mediul de deasupra limitei refractatoare) liniar crescătoare în sensul de ridicare a orizontului, astfel:

$$3\,100 \text{ m/s} \leqslant \overline{V} \leqslant 3\,900 \text{ m/s};$$

în același fel s-a luat și viteza de limită:

$$5\,050 \text{ m/s} \leqslant V_L \leqslant 5\,450 \text{ m/s}$$

(coincidența caracterului de variație a celor două viteze diminuează efectul de variabilitate asupra limitei refractatoare).

În aceste condiții s-au construit elementar hodografii teoretici.

Rezolvînd problema inversă, s-a construit limita prin metoda ce se experimentează în condițiile vitezelor variabile date. De asemenea, s-a construit limita și prin metoda punctelor conjugate obișnuite cu vitezele

constante fictivce de: $\overline{V} = 3\,100$ m/s și $V_L = 5\,050$ m/s (deci în condiții nereale).

După cum se vede din anexă, orizontul construit prin metoda punctelor conjugate cu vitezele variabile reale coincide cu orizontul real, eroarea relativă fiind $\frac{\Delta H}{H} \leqslant 5\%$, iar decalajul structurilor este neglijabil. De altfel și în metoda punctelor conjugate obișnuite în cazul real al vitezelor constante erorile sînt asemănătoare.

În varianta vitezelor constante fictive, orizontul construit nu coincide cu orizontul real, eroarea crescînd proporțional cu eroarea vitezei. Astfel, eroarea relativă a ajuns pînă la 25—30%, structurile s-au deformat, iar sinclinalul a dispărut.

În lucrările de refracție din Platforma moc zică, unde vitezele medii variază în limit apreciabile, s-a experimentat metoda descrisă obținîndu-se rezultate mai bune decît pri metodele cu viteză constantă sau chiar variabil pe verticală. Gradul de exactitate al construc țiilor a depins bineînțeles de gradul de cunoaș tere a legii de viteză.

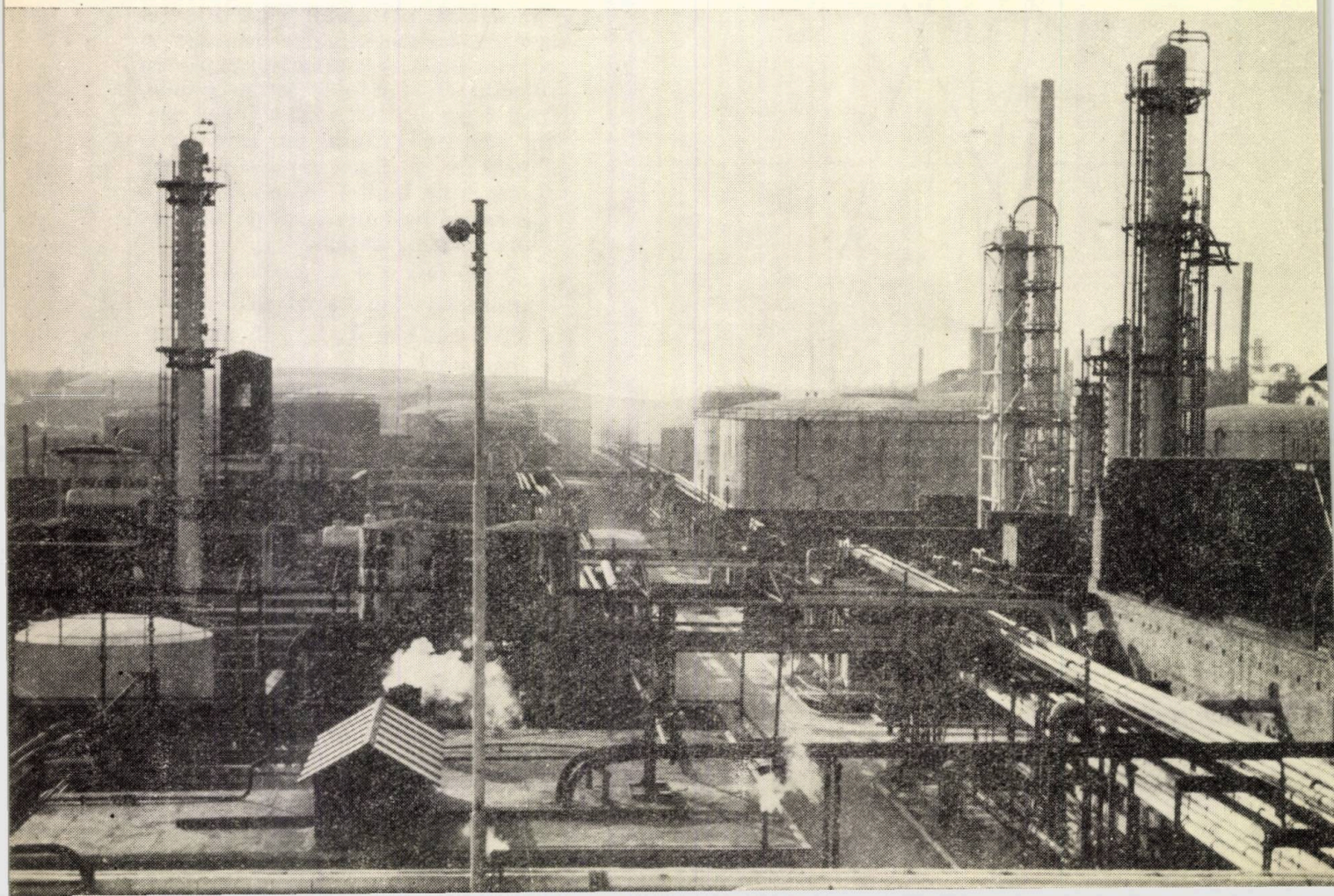
Se impun deci, în condițiile variabilității vitezei, stabilirea legilor respective și construi irea orizonturilor refractatoare cu viteze vari abile.

BIBLIOGRAFIE

[1] Gurvici, I. I. *Prospecțiuni seismice*. Gosgheol tehizdat, 1954.

[2] Gamburțev, G. A. ș.a. *Metoda de corelare a undelo refractate*, Red. Academia de științe a U.R.S.S., 1962

Rafinăria Ploiești



Studiul fenomenelor de pierdere a circulației la forajul sondelor și metode de detectare a zonelor în care au loc pierderile

Ing. G. PACOSTE,
ing. G. GEORGESCU,
ing. D. TOCAN,
ing. I. BANCIU și
ing. M. OLĂNESCU

Congresul al III-lea al P.M.R. a pus în fața industriei de petrol o serie de sarcini deosebit de importante, necesar a fi rezolvate. Una dintre aceste sarcini este creșterea vitezelor de foraj al sondelor de țiței și gaze. Reducerea timpilor neproductivi, în care intră și timpul necesar rezolvării pierderilor de circulație, este una dintre căile principale ale creșterii acestor viteze.

Timpul neproductiv necesar rezolvării pierderilor de circulație este destul de ridicat. De aici rezultă necesitatea studierii cu atenție a problemei pierderilor de circulație dln punctul de vedere al cauzelor, detectării și combaterii lor.

Fenomenul influxului de fluid de foraj în gaura de sondă, denumit „pierdere de circulație", care se definește ca fiind scăderea volumului fluidului de foraj aflat în circulație datorită pătrunderii acestuia în unele formațiuni poroase, fisurate sau cavernoase, constituie una dintre complicațiile de foraj întîlnite frecvent în unele regiuni.

Neluarea măsurilor pentru lichidarea cît mai grabnică a pierderiloı de circulație, atunci cînd intensitatea lor este importantă, duce la apariția altor complicații sau accidente (pierderea stabilității pereților sondei sau manifestarea unor formațiuni productive), care pot face imposibilă continuarea forajului.

1. CLASIFICAREA PIERDERILOR DE CIRCULAȚIE

Pînă în prezent nu a fost stabilită o clasificare unanim recunoscută a acestor pierderi.

În șantiere, se obișnuiește a se clasifica pierderile de circulație în funcție de intensitatea fenomenului respectiv (cantitatea de fluid de foraj pierdută în strat în unitatea de timp) în : pierderi de circulație obișnuite (slabe și medii), intense sau totale.

Diferiți cercetători care s-au ocupat cu studiul pierderilor de circulație au recomandat diferite criterii de apreciere a acestor pierderi. Dintre toate acestea, cea mai fundamentată ni se pare metoda recomandată de către cercetătorii sovietici A. A. Gaivoronski și B. M. Saiderov, care au propus ca aprecierea zonelor de pierderi să se facă pe baza unui „coeficient al capacității de influx" — k.

La stabilirea acestuia se consideră că volumul de fluid pierdut în formațiune se poate calcula cu o formulă rezultată din modificarea formulei Darcy-Weissbach — în care se înlocuiește viteza de curgere a

fluidului prin debitul corespunzător, iar fisurile şi cavernele din strat — prin canale avînd un diametru echivalent d:

$$Q = \sqrt{\frac{\pi^2 g d^5 H}{8\, hl}}.$$

Notînd:

$$\frac{\pi^2 g d^5}{8\, hl} = k^2$$

se obţine:

$$k = \frac{Q}{\sqrt{H}},$$

în care:

k este coeficientul capacităţii de influx (ce caracterizează capacitatea canalelor de a permite pierderea fluidului);

Q — cantitatea de fluid pierdută în formaţiune (m^3/h);

H — presiunea corespunzătoare diferenţei dintre nivelul static şi dinamic al noroiului, Q în m col. H_2O.

În cazul pierderilor parţiale de circulaţie cei doi autori propun folosirea formulei:

$$k = \frac{Q}{H + h},$$

în care: h este presiunea suplimentară (în m col. H_2O) creată de pompe asupra stratului respectiv, pentru învingerea rezistenţelor hidraulice la deplasarea fluidului în spaţiul inelar pe intervalul cuprins între stratul respectiv şi gura sondei.

O dată cu creşterea coeficientului k, cresc şi dificultăţile legate de lichidarea pierderilor. Saiderov şi Gaivoronski au propus subîmpărţirea pierderilor de circulaţie — în funcţie de valoarea lui k — în şase categorii, indicînd totodată pentru fiecare caz şi măsurile necesar a fi luate pentru lichidarea pierderilor.

Tabela 1

Categ. pierderilor	Val. coef. k	Măsuri pentru combatere
1	1	Trecerea de la folosirea apei ca fluid de circulaţie la folosirea unui noroi de foraj vîscos.
2	1—3	Umplerea golurilor cu un amestec (pe bază de ciment) cu priză rapidă în cantitate de 5—10 t.
3	3—5	Umplerea golurilor cu un amestec (pe bază de ciment) cu priză rapidă în cantitate de 10—20 t ciment.
4	5—15	Umplerea golurilor cu un amestec (pe bază de ciment) cu priză rapidă, consumul de ciment fiind de 20—60 t.
5	15—25	Înaintea injectării se va reduce capacitatea de primire a stratului prin introducerea de nisip sau diferite materiale de umplutură, injectarea se începe cînd k a devenit = 15.
6	25	Foraj cu circulaţie pierdută şi tubarea coloanei după traversarea straturilor în care au loc pierderile.

2. CAUZELE PIERDERILOR DE CIRCULAŢIE

Cauzele ce pot provoca pierderi de circulaţie sînt multiple. Aceste pierderi se pot datora fie unei cauze bine precizate, fie uneori chiar unui complex de cauze, din care una principală şi alta sau altele subordonate.

În general, aceste cauze pot fi grupate în două categorii mari.

a) *Natura formaţiunilor geologice traversate*, în ceea ce priveşte permeabilitatea acestora (roci cu porozitate mare — pietrişuri şi grohotişuri superficiale, nisipuri grosiere sau nisipuri şi gresii petroliere depletate, roci fisurate sau cavernoase, mai ales calcare, sau formaţiuni afectate de accidente tectonice); în acest caz, apariţia pierderilor poate fi favorizată şi de caracteristicile fluidului de circulaţie, precum şi de regimul de pompare a acestuia.

b) *Cauze de ordin tehnologic* (care provoacă o diferenţă prea mare de presiune în sistemul de sondă-strat). Dintre acestea, cele mai frecvente pot fi:

— utilizarea unui noroi avînd greutate specifică prea mare;

— săparea cu presiune mare la pompe (fie datorită unor debite mari de circulaţie, fie datorită folosirii unui fluid de foraj cu o vîscozitate sau tensiune statică de forfecare prea mare);

— pornirea bruscă a circulaţiei;

— efectul de pistonare în gaură la introducerea garniturii de foraj.

Dacă fluidul din sondă nu este circulat, iar sonda este lăsată în repaus, echilibrul static al sistemului sondă-strat este:

$$P_h = P_s = 0{,}1\, H \cdot \gamma_n,$$

în care:

P_h este presiunea hidrostatică datorită coloanei de fluid din sondă;

P_s — presiunea stratului respectiv (în care pot apărea pierderile);

H — înălţimea coloanei de fluid, m;

γ_n — greutatea specifică a fluidului.

Cînd fluidul de foraj este circulat în sondă, echilibrul dinamic se exprimă prin relaţia:

$$P_{rsi} + P_h = P_s + P_{rs},$$

în care:

P_{rsi} este rezistenţa hidraulică întîlnită de fluid la ridicarea sa în spaţiul inelar;

P_{rs} — rezistenţa întîlnită de fluid la pătrunderea sa în stratul permeabil (în care au loc pierderile).

Pentru ca să se producă pierderea fluidului în formaţiune, este necesară o anumită diferenţă de presiune între sondă şi strat:

$$\Delta P = P_h + P_{rsi} - P_s - P_{rs}.$$

În funcție de această diferență ΔP, pe una și aceeași structură, pierderile de circulație pot marca variații importante.

Din cei patru factori de mai sus, numai P_s are o valoare bine definită, asupra căreia nu putem exercita nici o influență; ceilalți trei reprezintă factori variabili, care pot provoca apariția pierderilor sau care — acționînd corespunzător asupra lor — pot asigura lichidarea pierderilor.

Astfel, P_h este influențat de γ_n, P_{rsi} — de valoarea debitului de pompare, precum și de caracteristicile fluidului (în ceea ce privește vîscozitatea și tensiunea sa de forfecare), iar P_{rs} — de asemenea, de caracteristicile fluidului și, mai ales, de permeabilitatea rocii respective (care poate fi redusă în mod artificial, prin blocarea sa cu diferite materiale sau amestecuri).

Acționîndu-se într-un sens sau într-altul asupra acestor trei factori (P_h, P_{rsi}, P_{rs}), pierderile de circulație pot fi favorizate, reduse sau chiar lichidate.

Influența negativă a fenomenului de pistonare în gaură apare la introducerea sau manevrarea garniturii de foraj sau a coloanei de tubaj, datorită presiunii hidrodinamice ce se exercită asupra tălpii și pereților sondei; mărimea acestei presiuni depinde de proprietățile structural-mecanice ale fluidului de foraj, de viteza de introducere a garniturii, de lungimea acesteia și de mărimea jocului dintre diametrul ei și diametrul sondei.

La coborîrea garniturii în sondă, ea dislocuiește un volum de fluid ce se ridică spre suprafață prin spațiul inelar; în mișcarea sa ascensională fluidul întîlnește anumite rezistențe hidraulice, pe care trebuie să le învingă; din această cauză apare o presiune suplimentară asupra tălpii și pereților sondei, care nu este alta decît așa-numita presiune hidrodinamică.

Cercetările experimentale efectuate în U.R.S.S. au dus la concluzia că valoarea acestei presiuni hidrodinamice este influențată în cea mai mare măsură de mărimea tensiunii statice de forfecare a noroiului (la o aceeași viteză de introducere, 17 cm/s, presiunea hidrostatică $\Delta P_0 = 2{,}7$ atm — atunci cînd tensiunea statică de forfecare a noroiului $\theta = 50$ mg/cm² și $\Delta P_0 = 19$ atm, atunci cînd $\theta = 400$ mg/cm²), influența predominantă asupra valorii lui ΔP_0 exercitînd-o mărimea jocului dintre diametrul sondei și acela al prăjinilor; aceleași experiențe au arătat însă că valoarea presiunii hidrodinamice este influențată într-o măsură mult mai mică de mărimea vîscozității noroiului și chiar de viteza de introducere a garniturii (pentru un noroi avînd vîscozitatea $\eta = 20$ cP, mărind viteza de introducere de la 17 la 98 cm/s, ΔP_0 a crescut de la 5,2 la 6,7 atm).

Rezultă că pentru a preveni apariția pierderilor datorită creșterii însemnate a presiunii hidrodinamice, la introducerea garniturii este necesar să se lucreze în special cu noroaie avînd $\theta = 50-150$ mg/cm², precum și cu jocuri cît mai mari între diametrul sondei și al garniturii de foraj.

3. COMBATEREA PIERDERILOR DE CIRCULAȚIE

Atunci cînd se presupune că apariția pierderilor a fost produsă în principal datorită uneia dintre cauzele de ordin tehnologic indicate mai sus, urmează a se lua măsuri corespunzătoare în acest sens (reducînd greutatea specifică a noroiului, modificînd regimul de pompare a acestuia în gaura de sondă, în ceea ce privește debitul și, deci, presiunea de pompare, reducînd vîscozitatea noroiului, pentru a reduce astfel și mai mult presiunea la pompe ș.a.). Aceste măsuri izolate pot rezolva numai pierderile mici de circulație; în cazul pierderilor mari, ele nu pot fi folosite decît ca factori auxiliari, pe lîngă o serie de măsuri de eficacitate sporită, care trebuie luate.

Cele mai multe pierderi de circulație se datoresc însă naturii rocilor traversate (porozități și permeabilități mari, fisuri, caverne, accidente tectonice etc.). În acest caz, măsurile ce se iau trebuie îndreptate în direcția reducerii cît mai masive a capacității de primire a stratului, acționînd asupra acestuia fie direct, fie prin intermediul modificării caracteristicilor fluidului respectiv de foraj.

a) *Schimbarea parametrilor fluidului de foraj.* Modificarea unora dintre caracteristicile fluidului de circulație constituie metoda cea mai sigură și mai operativă de combatere a pierderilor, motiv pentru care — în cazul pierderilor mici și chiar mijlocii — trebuie încercată în primul rînd.

Combaterea pierderilor pe această cale se va realiza în principal fie prin reducerea presiunii hidrostatice P_h asupra stratului, fie prin mărirea rezistenței pe care fluidul o întîmpină la pătrunderea sa în strat, fie prin combinarea ambelor măsuri.

Reducerea presiunii hidrostatice asupra stratului se poate realiza numai prin reducerea greutății specifice a noroiului.

Dacă se notează cu H_1 înălțimea nivelului static (stabilizat) al noroiului în sondă, atunci presiunea hidrostatică la care încetează pierderea fluidului în formațiune (egală cu presiunea stratului) va fi:

$$P_h = 0{,}1\ \gamma H_1 = P_s.$$

Dacă adîncimea sondei se notează cu H, pentru a înceta pierderile, greutatea specifică redusă γ_1 a noroiului va trebui să corespundă relației:

$$P_s = 0{,}1\,\gamma_1 H.$$

De unde, egalînd $0{,}1\,\gamma H_1 = 0{,}1\,\gamma_1 H = P_s$, se obține:

$$\gamma_1 = \gamma \frac{H_1}{H}.$$

În acest fel, cunoscîndu-se nivelul static H_1, se poate determina cu aproximație valoarea la care trebuie redusă greutatea specifică a noroiului (γ_1) pentru a înceta pierderea de circulație.

Pentru a avea siguranța că pierderea de circulație nu va reîncepe datorită unor cauze de ordin tehnologic, va trebui ca forajul să fie continuat cu un noroi mai ușor decît cel rezultat din calcul.

Reducerea greutății noroiului se va face prin metodele cunoscute; dacă condițiile geologice permit, uneori se pot obține rezultate bune prin trecerea la forajul cu apă. O metodă foarte eficace în cazul pierderilor de intensitate medie (100—200 m³/h) o constituie trecerea la forajul cu fluide ușoare: noroaie emulsionate cu produse petroliere, noroaie aerate sau chiar folosirea țițeiului ca agent de circulație.

Cea de-a doua cale menționată mai sus (mărirea rezistenței la pătrunderea fluidului în strat) se realizează fie prin mărirea vîscozității noroiului de foraj, fie prin mărirea tensiunii sale statice de forfecare și a tixotropiei (se recomandă să se acționeze în special asupra vîscozității, a cărei creștere — după cum s-a arătat — influențează în mai mică măsură valoarea presiunilor hidrodinamice ce apar la introducerea garniturii). Corectarea acestor caracteristici ale noroiului se poate face cel mai simplu prin mărirea conținutului în faza solidă (adaos de humă); dar aceasta duce la creșterea greutății specifice a noroiului și deci a presiunii hidrostatice pe strat. De aceea se recomandă tratarea chimică a noroiului în acest scop cu sodă calcinată, cu sodă caustică, cu sticlă lichidă (silicat de sodiu), cu clorură de sodiu sau cu var.

Adaosul de sticlă lichidă ridică mult vîscozitatea și modifică proprietățile structurale ale noroiului (se recomandă să se adauge 3—4% soluție de sticlă lichidă la volumul de noroi). Mărirea vîscozității și a tensiunii statice de forfecare a noroiului (fără a crește și greutatea sa specifică) se poate obține și prin tratarea noroiului cu reactiv alcalin de cărbune (cu un conținut ridicat de substanțe alcaline).

Oricare ar fi rețeta aplicată, tratarea trebuie să asigure noroiului o vîscozitate relativă de cel puțin 120—130 s la pîlnia-standard și o tensiune statică de forfecare $\theta = 80—120$ mg/cm² după un minut de repaus (după 10 min, aceasta trebuie să fie de 1,5—2 ori mai ridicată).

Folosirea unor asemenea noroaie cu vîscozitate și proprietăți structurale ridicate nu este indicată, însă, decît în acele cazuri cînd simpla reducere a greutății specifice a fluidului nu a dat rezultate, deoarece folosirea acestui fel de noroi duce la scăderea foarte accentuată a vitezei de foraj, ca urmare a unei spălări insuficiente a tălpii, și la presiuni hidrodinamice mari în timpul introducerilor.

Aplicarea unor asemenea noroaie cu proprietăți structurale ridicate face ca pe pereți să se depună o turtă groasă de colmataj, care duce la blocarea canalelor prin care pătrunde noroiul în strat.

Datorită rezistențelor hidraulice mari la deplasarea lor prin canale, pierderea unor asemenea noroaie în formațiune este mult mai mică, fenomenul fiind combătut chiar de acea cantitate de noroi gros pătrunsă în strat, unde — după un timp — structura sa poate crește pînă într-atît încît să formeze o masă compactă ce oprește trecerea mai departe a noroiului.

b) *Blocarea canalelor stratului prin care se pierde fluidul.* Una dintre posibilitățile blocării stratului constă în injectarea în strat a unui fluid foarte tixotrop, care, după un timp, creează în canalele stratului în care se pierde fluid o rețea structurală rigidă; formarea și compactizarea turtei de colmataj pe pereții sondei în dreptul acestui strat contribuie, de asemenea — într-o oarecare măsură —, la acțiunea de blocare.

O metodă care dă rezultate foarte bune în cazul pierderilor de circulație slabe sau medii este aceea de a se injecta în strat o suspensie de gel în motorină (circa 800—950 kg trassgel la 1 m³ motorină), intercalat între două dopuri de motorină (pentru ca în timpul pompării să nu vină în contact cu apa sau noroiul). În strat, trassgelul, transportat acolo prin intermediul motorinei, care, fiind inertă față de materialul bentonitic, are doar rolul de agent de vehiculare, formează cu apa sau noroiul o pastă consistentă (cu o mărire considerabilă de volum), care blochează canalele stratului. Pentru a asigura contactul materialului bentonitic cu apa, se poate injecta în strat, după suspensia gel-motorină, o cantitate de apă sau de noroi cît mai fluid. Suspensia gel-motorină se introduce în cantități mici (circa 2—4 m³).

În cazul pierderilor masive de circulație (în roci cavernoase sau puternic fisurate), metoda aceasta nu dă rezultate; în asemenea situații va trebui să se introducă în strat (cu ajutorul unui noroi puțin vîscos), pentru a nu crește prea mult presiunea de pompare, materiale inerte de umplutură cu aspect lamelar (mică, rumeguș de lemn, bucățele de celofan sau hîrtie, frunze etc.), fibros (deșeuri de azbest, fîn, paie, cîlți, bumbac etc.) sau granular (diferite cereale, zgură etc.). Aceste materiale inerte, pătrunzînd în strat, reduc dimensiunile golurilor și canalelor, formînd rețele de o anumită rigiditate, care opresc influxul noroiului. Cantitatea materialelor ce se introduc în gaura de sondă se va stabili în funcție de condițiile concrete.

În cazul unor pierderi foarte intense, se introduc în strat cantități cît mai mari de asemenea materiale (circa 30—70 kg/m³ noroi sau pentru pierderi totale chiar 100 kg și mai mult), după care se injectează lapte de ciment în care se adaugă de asemenea materiale de umplutură (în proporție de circa 5—7% greutate la volum).

În caz că nu se recurge la cimentare, după introducerea primei porții de material inert se lasă sonda în repaus cîteva ore, după care se introduce o nouă porție sau, dacă nu mai este necesar, se reia forajul.

În multe cazuri se obțin rezultate bune în blocarea stratului prin introducerea în golurile acestuia a unor cantități (de la 10—15 t la 150 t sau chiar mai mult) de nisip obișnuit, avînd diametrul granulelor 0,5—0,8 mm. Nisipul se introduce printr-un dispozitiv cu pîlnie intercalat între prăjina pătrată și restul garniturii; partea inferioară a garniturii se va fixa cu 10—30 m deasupra acoperișului stratului în care se produce influxul. Dacă este nevoie, după introducerea nisipului se poate încerca și cimentarea stratului.

În cazul unor pierderi masive sau totale de circulație, se poate ca nici una din metodele indicate pînă acum să nu dea rezultate pozitive; în asemenea cazuri este recomandabil să se injecteze în strat un amestec preparat pe bază de ciment cu priză rapidă (pentru a nu avea timp „să fugă" în strat, ci să acționeze în vecinătatea găurii). Un asemenea amestec trebuie să aibă proprietatea de a forma structură și de a avea un timp de priză corespunzător, astfel încît să prizeze cît mai curînd după injectarea sa în strat.

Unor asemenea cerințe le corespund: ciment-gelul, unele fluide speciale și amestecurile cu priză rapidă.

Ciment-gelul este o pastă de ciment preparată cu adaos de trassgel (caracterizată printr-un unghi de repaus cu valoare mare: 45—50°). Caracteristicile sale depind de proporția în care se amestecă cei doi componenți principali.

Cele mai răspîndite amestecuri cu priză rapidă sînt formate din: ciment de sonde, noroi de foraj, sticlă lichidă, sodă caustică și apă (uneori se folosesc și amestecuri în componența cărora intră motorină) la care se mai pot adăuga gips, sodă calcinată sau alte substanțe.

Dintre fluidele și amestecurile speciale cu priză rapidă (al căror timp de priză se reglează cu ajutorul acceleratorilor — sticlă lichidă, clorură de calciu, sodă calcinată — sau folosindu-se cimenturi cu conținut ridicat de oxid de aluminiu), literatura de specialitate menționează cîteva tipuri, ale căror rețete sînt redate în anexa 1.

Pentru combaterea pierderilor catastrofale, Groznii a pus la punct prepararea unor așa-numite „cimenturi spongioase" (spumoase, gazoase) în componența cărora intră pulbere de aluminiu. Aceste cimenturi își măresc volumul în timp (de 1,5—3 ori) și se întăresc astfel; mărirea volumului se explică prin reacția ce are loc între pulberea de aluminiu și $Ca(OH)_2$ cu separare de hidrogen, care dă pastei aspectul spongios.

O altă metodă pentru combaterea pierderilor — citată în literatura de specialitate — constă în prepararea succesivă în strat a unei emulsii stabile și a unui dezemulsionant (de exemplu: o emulsie de asfalt în apă, urmată de un dezemulsionant care precipită asfaltul în pori, blocîndu-i), sau a unor substanțe care precipită împreună, blocînd porii stratului. Considerăm că metoda nu asigură totdeauna eficacitatea necesară, deoarece nu există certitudinea că lichidul pompat în a doua etapă va veni în contact cu cel pompat în prima etapă, în toți porii și golurile stratului respectiv (nu se știe dacă „va merge pe același drum").

În cazul că stratul în care se pierde circulația conține orizonturi acvifere, blocarea canalelor și golurilor respective prin injectarea de noroi vîscos și tixotrop sau prin cimentare poate fi compromisă datorită spălării noroiului sau cimentului (înainte de prizare) de către apele ce circulă prin strat. În asemenea cazuri este indicat a se injecta în strat bitum sau amestecuri pe bază de bitum. Avantajul folosirii bitumului în acest scop este acela că el nu este spălat de apele de circulație și — în plus — greutatea specifică a agentului de blocare este destul de redusă. Întărirea sa nu se bazează pe reacții chimice (a căror viteză poate fi influențată de circulația apelor subterane și de conținutul lor în săruri minerale), ci pe răcirea lui datorită mediului înconjurător; pătrunzînd în strat (la o diferență de presiune de cîteva atmosfere) și venind în contact cu apa, se întărește în imediata apropiere a sondei, nu „fuge în strat" și nu poate fi spălat.

La Institutul de cercetări din Ufa (U.R.S.S.) s-a stabilit pe baze experimentale că pentru a se obține rezultate bune în combaterea pierderilor de circulație bitumul topit trebuie amestecat cu parafină tehnică; astfel, amestecurile de bitum din categoria IV sau V cu parafină își păstrează o vîscozitate acceptabilă chiar la temperaturi nu tocmai ridicate (iar la temperaturi de 150—200°C vîscozitatea lor se apropie de aceea a apei). Metoda cea mai bună de introducere la puț a amestecului de bitum-parafină (se recomandă ca la două părți bitum marca V să se adauge o parte parafină tehnică), încălzită în prealabil la 200—220°C, este aceea de a folosi o lingură de 8″ diametru, cu pereți simpli (fără a fi prevăzută special pentru izolare termică). Lingura avînd un diametru interior destul de mare, în timpul introducerii se formează în jurul pereților (în interior) un strat de bitum întărit, care, îndeplinind rolul de izolant termic, permite ca, la introducerea lingurii cu prăjinile

de foraj la adîncimi de 1 500—1 800 m, temperatura masei de amestec din interiorul lingurii să nu scadă sub 55°C, temperatură la care amestecul poate fi încă injectat în strat.

Injectarea amestecului în strat se face prin pomparea de fluid în prăjinile de foraj.

Dacă operația de introducere a lingurii nu depășește 2—3 ore, pierderea de bitum fluid, ca urmare a răcirii sale pe pereții interiori ai lingurii, nu depășește 25—30%, procent ce poate fi compensat prin folosirea unei linguri de lungime mai mare. Folosirea unei linguri izolate termic duce la o pierdere mai mare a volumului util al lingurii, ca urmare a reducerii diametrului interior al lingurii din cauza grosimii izolației. După cum s-a arătat, procedeul nu se poate aplica decît la adîncimi relativ reduse (timpul de introducere a lingurii să nu depășească 2—3 ore).

O altă posibilitate de folosire a bitumului (care permite aplicarea metodei la orice adîncime s-ar afla stratul respectiv) este aceea a adăugării sale în noroiul de foraj, netopit (sfărîmat sub formă de particule avînd dimensiunea de maximum 20 mm), cu material de umplutură pentru blocarea canalelor și golurilor din strat. Introdus în strat în acest fel, prezintă avantajul unei bune blocări a canalelor de dimensiuni relativ mari, precum și acela că nu creează o turtă de bitum pe peretele sondei în dreptul stratului injectat. În acest scop se folosește tot bitum marca IV sau V; capul inferior al garniturii de foraj se stabilește la circa 50—100 m deasupra zonei de pierderi. Noroiul cu care se introduce bitumul trebuie să aibă o vîscozitate foarte mare (să nu curgă prin pîlnia-standard), iar pomparea sa se face cu ajutorul unui agregat de cimentare. Injectarea materialului în strat se poate face pompînd apă. După injectare se recomandă coborîrea garniturii sub zona de influx și circularea sondei un timp suficient pentru spălare.

În unele cazuri s-ar putea încerca introducerea în strat a bitumului sfărîmat împreună cu lapte de ciment de consistență corespunzătoare.

Injectarea zonelor de pierderi folosindu-se pachere. Atunci cînd zonele de influx conțin ape de strat ce se deplasează cu viteze mari, există uneori pericolul ca afluxul de apă din strat în sondă să spele amestecul injectat în strat (ciment, amestec cu priză rapidă, noroi cu materiale de umplutură etc.). În asemenea cazuri se recomandă ca injectarea în strat a cimentului cu priză rapidă sau a altor amestecuri să se facă folosindu-se un pacher cu acționare hidromecanică, care se introduce cu garnitura de foraj. Pacherul se fixează imediat deasupra zonei de influx și împiedică astfel eliminarea de către ape a amestecului injectat în strat.

c) *Lichidarea pierderilor de circulație prin congelarea zonei de influx.* Metoda combaterii pierderilor de circulație prin congelarea zonei respective a fost experimentată și pusă în practică de către cercetătorii Institutului de petrol din Ufa (U.R.S.S.), obținîndu-se rezultate foarte bune.

Metoda constă în aducerea în dreptul zonei de pierderi a unui agent de răcire cu o temperatură foarte coborîtă, sub influența căruia să se realizeze înghețarea apei de strat conținută în porii și golurile rocii respective. S-a folosit în acest scop azotul lichid (care la presiunea atmosferică are temperatura de — 196°C).

Introducerea azotului lichid în sondă se face cu ajutorul unei linguri de construcție specială termoizolantă (prevăzută cu pereți dubli — între care se realizează un vacuum de 700 mm —, cu o supapă cu arc la partea sa inferioară; are o lungime de circa 7 m), care se introduce în gaura de sondă cu cablu. Izbind lingura în talpă, se deschide supapa inferioară, iar azotul lichid, în contact cu noroiul cald, se transformă în stare gazoasă, mărindu-și volumul și distrugînd echilibrul hidrostatic, astfel încît o mare parte din azotul gazos (avînd o temperatură foarte scăzută) pătrunde în zona de influx; aici acționează asupra rocii îmbibate cu apă și în scurt timp creează în jurul găurii o zonă cilindrică de teren înghețat, cu o grosime apreciabilă. Raza de influență și timpul de acționare depind de temperatura zonei respective (corespunzător gradientului geotermic), cantitatea de azot lichid, gradul de mineralizație al apelor de strat etc. În funcție de caracteristicile zonei de influx, cantități de 70—130 l azot lichid pot fi considerate suficiente pentru reușita operației, iar timpul în care se realizează lichidarea pierderilor este minim (de ordinul a 20—30 min). După congelare este bine să se procedeze la o cimentare a zonei (cu 3—4 t ciment); după 15—20 ore se poate freza dopul de ciment și continua forajul în condiții normale.

În urma aplicării metodei la un număr de sonde din Bașkiria, s-au desprins următoarele observații:

— metoda se poate aplica cu succes pentru închiderea zonelor de pierderi care nu depășesc temperatura de 40°C și presiunea de 200 atm. Se obține efect maxim în cazul pierderilor catastrofale de circulație, în roci poroase, cavernoase sau fisurate;

— congelarea se poate efectua cu sau fără o cimentare ulterioară a zonei de pierderi, în funcție de adîncimea la care se află această zonă și de construcția sondei (fără cimentare, se va aplica atunci cînd în următoarele 40—48 ore se va izola zona respectivă prin tubarea unei coloane).

Deoarece azotul lichid nu constituie un material costisitor sau deficitar, iar operația este destul de simplă, propunem ca metoda

să fie aplicată și la noi în țară — la sondele reci —, în care caz, catedra de foraj din I.P.G.G. își asumă obligația de a proiecta lingura specială izotermă și a colabora cu personalul tehnic al întreprinderii respective în conducerea operației.

d) *Forajul cu circulație pierdută.* În cazul traversării unor roci consolidate (calcare, gresii, dolomite, anhidrite etc.), care asigură o bună stabilitate a pereților sondei chiar în lipsa presiunii hidrostatice, zonele cu pierderi catastrofale pot fi traversate fără dificultăți folosind forajul „cu circulație pierdută" (fără circulație la zi). Această metodă este economic a fi aplicată numai folosind apa ca fluid de circulație. După traversarea zonelor ce dau asemenea pierderi, este recomandabilă izolarea lor prin tubarea unei coloane.

Formațiunile care pot provoca asemenea pierderi sînt cele formate din roci puternic fisurate, cu caverne sau cu accidente tectonice, precum și din roci poroase avînd permeabilitate mare și presiuni reduse de strat. Detritusul dislocat în talpă este depus în canalele formațiunii din zona de pierderi, fiind adus de lichidul care se pierde în strat. Cu timpul, aceste canale (dacă nu sînt prea mari) se pot bloca treptat, în decursul procesului de foraj, cu detritus.

Debitul de apă necesar a fi pompat de la suprafață va fi redus la minimum (pentru motive economice), și anume la acea valoare necesară doar pentru răcirea sapei și antrenarea detritusului pînă în zona de pierderi.

Dacă deasupra zonei de pierderi se află unele formațiuni puțin stabile (predispuse a se dărîma din lipsa presiunii hidrostatice necesare) sau unele straturi cu presiune care ar putea face ca sonda să manifeste, se poate aplica metoda foarte interesantă, dar destul de dificilă, a forajului cu apă cu circulație pierdută și cu „coloană plutitoare de noroi de foraj". Sonda se umple în spațiul inelar cu noroi avînd greutatea specifică necesară prevenirii complicațiilor, iar circulația la talpă (pentru curățarea detritusului) se face cu apă care se ridică pînă la zona de pierderi și intră în aceasta, împreună cu detritusul. Coloana de noroi „plutitor" de deasupra rămîne în spațiul inelar între zona de pierderi și gura sondei, servind pentru crearea presiunii hidrostatice necesare evitării complicațiilor (dărîmări sau manifestări în formațiuni superioare zonei de pierderi). Datorită contactului cu apa de circulație, partea inferioară a coloanei de noroi se diluează cu timpul; de aceea este necesar ca, în mod periodic, să se adauge de la suprafață, direct în spațiul inelar, noi cantități de noroi proaspăt, cel diluat de la partea inferioară urmînd să fie introdus în zona de pierderi.

Pentru cazul în care forajul cu circulație pierdută trebuie executat totuși folosindu-se spălarea tălpii cu noroi, sectorul de cercetări al Trustului Borislavnefti (R.S.S. Ucraineană) a construit un dispozitiv care permite realizarea unei circulații intense a noroiului în zona tălpii (cu depunerea detritusului într-un tub de sedimentare), în timp ce de la suprafață se pompează debite foarte mici de noroi; principiul constructiv al acestui instrument (denumit V.B.M.P.) se bazează pe recircularea noroiului de la talpă (între spațiul inelar și interiorul aparatului) cu ajutorul unui debit mic de noroi pompat de la suprafață și care, circulînd prin aparat, este trecut printr-un ejector al aparatului.

4. DETECTAREA ZONELOR DE INFLUX AL NOROIULUI ÎN STRAT

Existența pierderii de noroi în gaura de sondă se poate observa cu ușurință prin urmărirea cantității de noroi la batale sau rezervoare. Cunoașterea numai a existenței pierderilor nu este însă suficientă. Pentru luarea celor mai eficiente măsuri este absolut necesar să se stabilească atît zona unde se produce influxul fluidului de foraj cît și starea găurii de sondă și a straturilor în acea zonă.

Este greșit să se considere că, în cazul începerii unei pierderi de noroi în timpul forajului, aceasta se produce totdeauna la talpa curentă a sondei, ea putînd avea loc într-o zonă superioară. Desigur că probabilitatea pierderii în zona de talpă este mai mare decît în altă zonă, însă nu se poate spune cu certitudine că aceasta este zona de influx.

Stabilirea celor mai eficiente măsuri pentru combaterea pierderii de noroi este strîns legată de detectarea zonelor de influx. În continuare se prezintă unele metode de detectare a zonelor respective.

a) *Măsurarea temperaturii* (termometrie). Prin această metodă se obțin rezultate foarte bune atunci cînd pierderile de noroi sînt mari.

După ce s-a stabilit un echilibru de temperatură între formațiunile geologice și noroiul de foraj, se execută o primă măsurare a temperaturii de-a lungul găurii de sondă. Se pompează apoi noroi de foraj cu temperatura diferită de cea din gaura de sondă, creîndu-se o presiune suplimentară, astfel ca acest noroi să poată pătrunde în formațiunea din zona de influx. Imediat după aceea se execută o nouă măsurare a temperaturii.

Din compararea rezultatelor celor două măsurători rezultă zona unde există influx de noroi în strat.

b) *Măsurarea rezistenței electrice.* Pentru aceasta se utilizează un aparat compus din: o cameră electronică, un rezervor de lichid, doi electrozi distanțați între ei și un arc de ghidare (fig. 1). Introducerea aparatului în sondă se face cu un cablu electric. Sub aparatul de măsurare a rezistenței se poate monta un termometru electric înregistrator.

După introducerea aparatului la adîncimea unde se bănuieşte existenţa zonei de influx din rezervorul de lichid al aparatului, printr-un injector special se injectează în noroiul de foraj din sondă un lichid cu rezistenţă electrică ridicată. Dacă zona de influx se află sub punctul unde se află aparatul, lichidul injectat din aparat se deplasează în jos împreună cu noroiul de foraj, trecînd succesiv pe la cei doi electrozi, care transmit semnale la suprafaţă.

Dacă zona de influx se află deasupra punctului de fixare a aparatului, lichidul injectat nu ajunge pînă la electrozi şi nu se obţin semnale la suprafaţă.

Stabilizarea zonei de influx se face prin fixarea aparatului la adîncimi crescînde pînă în momentul în care nu se mai obţine semnal de la electrodul inferior, ceea ce înseamnă că electrodul inferior a ieşit din zona de influx.

Corelarea datelor de rezistivitate cu cele de temperatură, obţinute de la termometrul electric montat sub aparat, permite stabilirea cu o mai mare precizie a zonelor de influx.

Cunoscînd timpul în care lichidul injectat parcurge distanţa dintre cei doi electrozi, se pot stabili viteza şi debitul de influx al noroiului de foraj în strat.

c) *Indicarea curgerii noroiului de foraj.* Se utilizează un aparat format dintr-un corp cilindric avînd lateral în interior un sistem de doi electrozi ficşi şi o membrană cu un al treilea electrod între cei doi electrozi ficşi. La partea superioară corpul aparatului are o deschidere pentru intrarea noroiului de foraj, iar la partea inferioară un niplu de trecere strangulat (fig. 2).

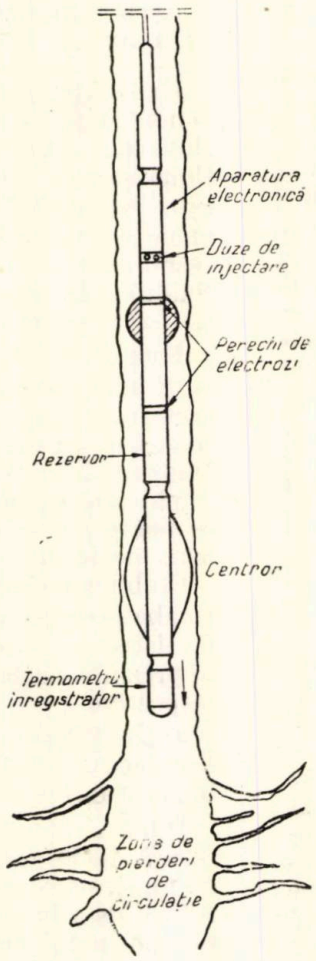


Fig. 1. Schiţa detectorului de pierderi de circulaţie prin injectarea unui electrolit.

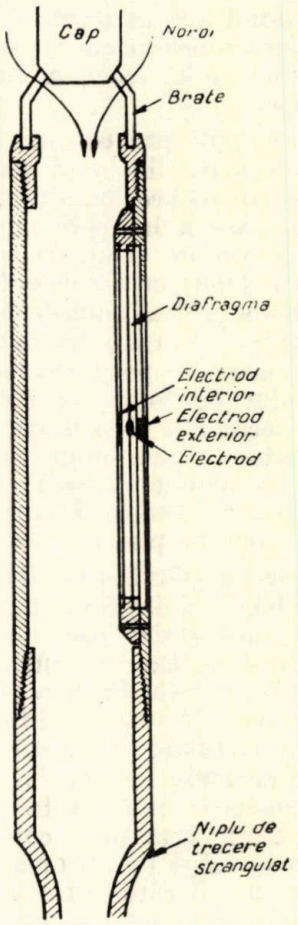


Fig. 2. Indicatorul vitezei de curgere a fluidului.

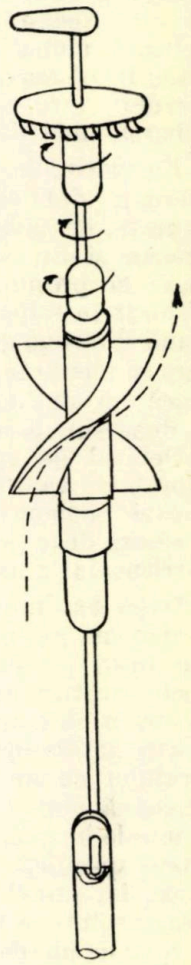


Fig. 3. Elice (morişcă).

La pomparea noroiului de foraj în sondă, atunci cînd aparatul se află deasupra zonei de influx, o parte din acesta va trece prin corpul cilindric şi va provoca o stare depresionară în interiorul acestuia. Membrana va începe să vibreze, şi electrozii se vor atinge transmiţînd semnale la suprafaţă, prin cablul electric de coborîre al aparatului.

d) *Măsurarea debitului de noroi.* Se utilizează un debitmetru de fund cu elice (fig. 3), care în principiu este format dintr-o elice cu răsucirea paletelor de circa 40°, suspendată pe două fire metalice. La partea superioară a elicei se află un disc şi un dispozitiv de înregistrare (fotografic). La partea inferioară se află un ghidaj.

Se introduce aparatul în sondă cu ajutorul unui cablu. Atunci cînd aparatul se află deasupra zonei de influx, noroiul de foraj la deplasarea sa în jos va imprima elicei o rotaţie cu un unghi oarecare. O dată cu elicea se va roti şi discul de deasupra elicei, rotaţie înregistrată de dispozitivul fotografic menţionat.

Detectarea zonei de influx se face, ca şi la metodele descrise anterior, prin măsurători la diferite adîncimi, ordinea de măsurare fiind de sus în jos.

e) *Televizarea din gaura de sondă.* Utilizarea unor camere speciale de luat imagini, introduse în gaura de sondă, permite o observare directă a acesteia. Metoda permite nu numai stabilirea zonelor de influx, dar şi starea rocilor în aceste zone.

Televizarea este posibilă numai în găurile de sondă fără fluid sau în care se află un fluid transparent, lucru greu de realizat în condiţii de şantier.

f) *Măsurarea radioactivității.* Determinarea zonei de influx se face prin folosirea izotopilor radioactivi.

Se măsoară radioactivitatea naturală a rocilor traversate de gaura de sondă, după care se introduce un pachet de noroi cu izotopi, care este deplasat pe toată lungimea găurii de sondă. În continuare se înlocuiește noroiul cu izotopi cu altul normal și se măsoară din nou radioactivitatea din gaura de sondă.

Din compararea celor două diagrame se determină cu ușurință zonele de influx al noroiului cu izotopi, respectiv zonele de influx.

Anexa 1

Rețete de preparare a diferitelor amestecuri pentru blocarea stratului

a) Ciment-geluri

1. Ciment-aluminos — 100 kg.
   Noroi de foraj ($\gamma = 1{,}05$ kg/dm³) — 65—70 l.
   (începutul prizei la 30 — 60 min; sfîrșitul prizei la 45 — 90 min).
2. Ciment de sonde — 100 kg.
   Noroi de foraj ($\gamma = 1{,}05$ kg/dm³) — 65 l.
   (începutul prizei la 7 ore; sfîrșitul prizei la 9 ore).

b) Amestecuri de ghips sau ghips-ciment

1. Ghips pur (alabastru) — 100 kg
   Soluție NaCl 20% în apă ($\gamma = 1{,}17$ kg/dm³) — 65—90 l.
   Soluție NaOH 33% în apă ($\gamma = 1{,}33$ kg/dm³) — 1 — 8 l.
   Sticlă lichidă — 40°Bé — 1 — 8 l.
   (începutul prizei la 20—150 min; sfîrșitul prizei la 80—210 min).
2. Ciment — 30—60 kg.
   Ghips pur (alabastru) — 40—70 kg.
   Apă — 50 l.
   (începutul prizei la 20—150 min; sfîrșitul prizei la 80 — 210 min).

c) Cimenturi spumoase (spongioase)

1. Ciment — 100 kg.
   Apă — 50 l.
   Var bulgări — 8 kg.
   Sodă caustică — 1 kg.
   Pulbere de aluminiu — 0,2 kg
   (începutul formării bulelor de gaze la 3 min; începutul prizei la 16 min; volumul se mărește de 2,1 ori).
2. Ciment — 100 kg
   Apă — 50 l.
   NaCl — 2 kg.
   Sticlă lichidă 40°Be — 2 l.
   Pulbere de aluminiu — 0,2 kg.
   (începutul formării bulelor de gaze la 10 min; începutul prizei la 90 min; volumul se mărește de 1,96 ori).
3. Ciment — 100 kg.
   Apă — 60 l.
   Var nestins măcinat — 10 kg.
   Sticlă lichidă 40°Be — 2 l.
   Pulbere de aluminiu — 0,25 kg.
   (începutul formării gazelor la 15 min; începutul prizei la 120 min; volumul se mărește de 1,8 ori).

d) Amestecuri cu priză rapidă

Ciment de sonde — 100 kg.
Noroi de foraj ($\gamma = 1{,}15$—$1{,}20$ kg/dm³) — 40—100 l.
Sticlă lichidă 40° Be — 10—20 l.
Sodă caustică (soluție 1 : 2) — 6—12 l.
Apă — 10—18 l.
(începutul prizei la 60— 90 min; sfîrșitul prizei 90—150 min).

e) Amestecuri cu priză rapidă (preparate pe bază de motorină)

1. Ciment — 100 kg.
   Ghips (alabastru) — 20 kg.
   Motorină — 65 l.
   (la temperatura de 95°C, începutul prizei la 5 min; sfîrșitul prizei la 10 min).
2. Ciment — 100 kg.
   Sodă calcinată — 3 kg.
   Motorină — 53 l.
   (la temperatura de 95°C, începutul prizei la 5 min; sfîrșitul prizei la 10 min).
3. Ciment — 100 kg.
   Nisip — 200 kg.
   Sodă calcinată — 9 kg
   Motorină — 90 l.
   (la temperatura de 95°C, începutul prizei la 9 min; sfîrșitul prizei la 11 min).

Notă:

Precizarea proporțiilor unor componenți la unele rețete (la care se indică anumite limite) se va face pe baza încercărilor de laborator, acordîndu-se atenție timpului de priză inițială vîscozității (pentru amestecurile foarte vîscoase se va determina „proba de întindere" cu cornul Az NII) și greutății specifice. Pentru siguranță se va asigura un timp de priză inițială, cu circa 15—300 min mai mare decît timpul necesar efectuării operației.

BIBLIOGRAFIE

[1] Iatrov, S. N. *Promîvocinîe jidkosti v burenti skvajîn*, Gostoptehizdat, Moscova, 1960.

[2] * * * *Soversenstvovanie tehniki i tehnologhii bureniia na nefti i gaz*, Gostoptehizdat, Moscova, 1960.

[3] Smirnov, A. S. *Tehniceskie uşoverşenstvovenia v burenii skvajîn*, Gostoptehizdat, Moscova, 1961.

[4] Kuvîkin, A. S., Belorusov, V. O., Lebedev, E. A. *Boriba s pogloşceniami promîvocinoi jidkosti na neftepromîşlah Başkirii.* Başkirskoe izdatelstvo, Ufa, 1961.

[5] Vadeţkii, I. V., Gaivoronskii, A. A. *Boriba s pogloşceniami promîvocinoi jidkosti i obvalami v burenii*, Gostoptehizdat, Moscova, 1959. Neftianik, nr. 1, 1956, Petroleum Engineer, nr. 10, 1957, nr. 11, 1958, nr. 12, 1958, Oil and Gas Journal aug. 1957, Drilling **17**, nr. 9, 1956.

Ing. N. Stoianov,
ing. T. Mihăescu şi
ing. A. Miliutin

Tubarea coloanei intermediare la o sondă de mare adîncime

În scopul identificării litologice a succesiunilor stratigrafice, a deranjamentelor tectonice şi a eventualelor acumulări de hidrocarburi în depozitele terţiare şi în cele mezozoice ale zonei de trecere de la platformă la depresiunea subcarpatică, s-a amplasat o sondă, proiectată pentru adîncimea de 4 500 m.

Profilul geologic al sondei neprezentînd anomalii generatoare de complicaţii, s-a considerat că o schemă de tubare simplificată, alcătuită din trei coloane, este suficientă pentru a se săpa sonda pînă la adîncimea proiectată. Astfel s-a prevăzut următoarea construcţie:

— 14 3/4" la adîncimea de 800 m, pentru consolidarea formaţiunilor de suprafaţă şi ancorarea instalaţiei de prevenire a erupţiilor.

— 9 5/8" la adîncimea de circa 2 900 m, pentru închiderea sarmaţianului gazeifer deasupra cretacicului superior cu zone de influx al fluidului de foraj.

— 6 5/8" la adîncimea finală, pentru consolidarea găurii de sub şiul coloanei intermediare şi pînă la talpă; dimensiunea nominală, aparent prea mare pentru o coloană de exploatare, s-a acceptat din motive de prevedere a unor situaţii care ar determina tubarea coloanei de 6 5/8" la o adîncime mai mică decît cea proiectată, rămînînd astfel posibilitatea de continuare a forajului cu diametru redus şi tubarea deschiderii cu o coloană de 4 1/2". Profilul sondei este arătat în figura 1.

Profilele coloanelor intermediare şi de exploatare s-au calculat la solicitare biaxială, cu coeficienţii de siguranţă de 1,125 la turtire, de 1,3 la tracţiune şi de 1,1 la presiune interioară.

Pentru a se asigura condiţii bune de tubare a coloanelor, s-a căutat să se realizeze raţii de tubare cît mai apropiate de valorile lor optime, realizabile cu sape fabricate în ţară. S-au prevăzut astfel sape CP 500 mm pentru coloana de 14 3/4", cu raţia de tubare de 0,0768, sape cu role R 14" (346 mm) pentru coloana de 9 5/8", cu raţia de tubare 0,11 şi sape R 9 (214 mm) pentru coloană de 6 5/8", cu raţia de tubare 0,0614. În caz de complicaţii s-a prevăzut posibilitatea săpării prin coloana de 6 5/8" cu sapa R 6 (135 mm), urmînd să se tubeze o coloană „pierdută" de 4 1/2", cu raţia de tubare de 0,0296. Dacă, în funcţie de lungimea găurii ce va trebui să fie tubată, raţia de tubare a coloanei pierdute de 4 1/2" va fi considerată nesatisfăcătoare, s-a recomandat folosirea unor sape cu role cu diametrul de 143 mm, care ar putea să asigure o raţie de 0,0556, considerată ca satisfăcătoare.

În proiect s-a prevăzut să se cimenteze coloana de 14 3/4" pînă la zi, aceea de 9 5/8" pînă la 1 000 m, iar aceea de 6 5/8" pînă la 2 700 m. În această situație, partea superioară a coloanei de 14 3/4" GOST urma să fie solicitată la o sarcină de compresiune egală cu suma forțelor de greutate ale tronsoanelor libere (necimentate) din coloanele intermediară și de exploatare, la care se adaugă greutățile țevilor de extracție și ale capului de erupție. Greutatea acestui ansamblu, calculată în aer, este dată în tabela 1.

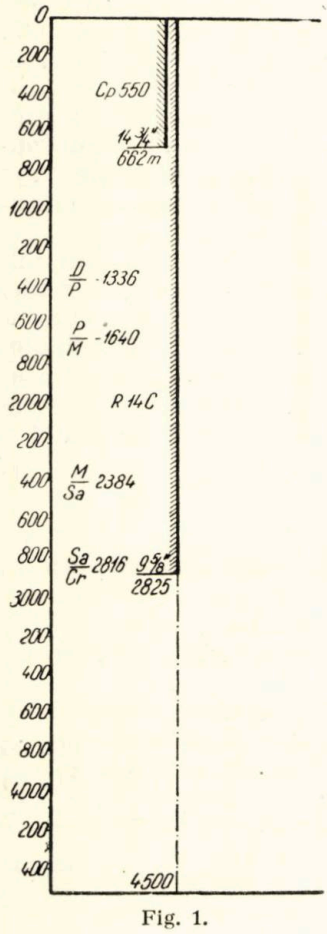


Fig. 1.

Forța maximă admisă, la care efortul unitar în corpul burlanului de suprafață de 14 3/4" GOST grad D, de 11 mm, ajunge la limita de solicitare (calculată cu relația Iakovlev) fiind de 270 t, iar aceea de solicitare efectivă de 247 t, se obține un coeficient de siguranță de 1,09, insuficient pentru cazul dat. În această situație s-au propus următoarele soluții.

Tabela 1

Coloana	Lungimea, m	Greutatea, kg
9 5/8" API, filet lung	1 000	65 650
6 5/8" API filet lung	2 700	121 820
Tubing 3" API	3 000	41 250
Tubing 2 1/2" API	1 500	14 250
Capul de coloană	—	1 500
Capul de erupție	—	2 500
Total:		246 970

1) Turnarea în beciul sondei a unui radier din beton armat și utilizarea unui sistem de etanșare a coloanelor, prevăzut cu flanșă cu „picior", necesară pentru transferul greutății coloanelor libere pe radier.

2) Tubarea coloanei de ancoraj cu tronson de burlane din oțel de calitate superioară, grad E_M sau E.

3) Montarea în capul coloanei de 14 3/4" GOST, grad D, de 11 mm, a unui tronson de burlane de 16 3/4", grad D, de 12 mm.

4) Cimentarea coloanei intermediare pînă la „zi".

Din motive tehnice s-au acceptat soluțiile 1) și 4) urmînd ca la realizare să se aleagă una dintre ele; ca măsură de prevedere, în beciul sondei s-a turnat o dală de beton armat în greutate de 78,8 t, pe care ar urma să se reazeme flanșa cu picior.

1. INSTALAȚIA DE FORAJ

Din cauza greutății prea mari a coloanelor intermediară (195 t în aer) și de exploatare (184 t în aer) s-a montat la sondă o instalație de foraj de mare capacitate, 3 DH—200

Această instalație este echipată cu trei motoare Diesel, a 700 CP fiecare, convertizoare hidraulice de cuplu și comenzi pneumatice centralizate, cu următoarele caracteristici tehnice:

— sarcina nominală de lucru la cîrlig 200 tf;
— sarcina excepțională de scurtă durată 250 tf;
— sarcina maximală de stivare a prăjinilor 2×100 tf;
— sarcina statică maximă la masă 250 tf;
— adîncimea recomandată pentru foraj economic cu prăjini de 4 1/2" 4 500 m;
— grup de forță compus din trei motoare Diesel tip M 581-S a 700 CP 3 × 700 CP;
— convertizoare hidraulice de cuplu tip CHC-750-I, cu trei trepte 3 buc.;
— cutie de viteze cu 2 + 1 trepte 1 buc.;
— capacitatea sistemului diferențial avînd cablu de 32 mm 300 tf;
— troliu de foraj TF-25, cu 4 + 2 viteze 1 500 CP;
— pompe de foraj tip 2 PN-800, pentru 180 kgf/cm² și 875 CP fiecare 2 buc.

Instalația este echipată cu turn de foraj tip TF—200/AI pentru sarcină de lucru la cîrligul de manevră de 200 tf (12 fire) și sarcină de probă de 300 tf (12 fire).

Întregul ansamblu de foraj și manevră este dezvoltat pe trei nivele diferite: platforma de lucru (cota 4 400 mm), nivelul grupului de forță (cota 1 400 mm) și nivelul grupului de circulație plasat pe sol. Nivelurile asamblate prin structuri metalice din elemente de asamblare simplă și rapidă asigură manevrabilitatea maximă a instalației la montare și în exploatare.

Instalația concepută în modul arătat mai sus oferă condiții optime de foraj al sondelor de țiței și gaze cu masa rotativă sau cu turbina.

2. COLOANA INTERMEDIARĂ DE 9 5/8"

a) Stabilirea profilului coloanei. În urma calculului la solicitare biaxială urma să se utilizeze pentru coloana de 9 5/8" burlane grad N—80. În această situație, coloana se putea goli pînă la 2 225 m, cu asigurarea unui coeficient de siguranță de 1,125.

Pentru asigurare în cazul unei goliri integrale s-a întocmit profilul de tubaj compus din burlane P—110 redat în tabela 2.

Tabela 2

Intervalul		m	Burlane API			Observaţii
de la	pînă la		%	grad	mm	
0	700	700	9 5/8"	P—110	13,84	filet lung
700	1 200	500	9 5/8"	P—110	11,99	filet lung
1 200	2 900	1 700	9 5/8"	P—110	13,84	filet lung

Din consideraţii geologice, forajul pentru coloana intermediară s-a oprit la 2 829 m şi, ca urmare, această coloană de 9 5/8" s-a tubat pînă la adîncimea de 2 825 m, greutatea ei reală în aer ridicîndu-se astfel pînă la circa 227 t. Greutatea acestei coloane, calculată în noroi de foraj cu $\gamma = 1{,}52$ kg/dm³, a fost de 187 t, ceea ce a îmbunătăţit în mod evident condiţiile de solicitare a instalaţiei de foraj.

b) Condiţiile de tubare a coloanei intermediare. Avînd în vedere necesitatea tubării coloanei tehnice la adîncimea proiectată în condiţii de deplină siguranţă s-a considerat necesar ca sonda să fie săpată cît mai aproape de verticală, ceea ce s-a realizat prin aplicarea unui regim moderat de foraj. Înclinaţia sondei la adîncimea de tubare a fost astfel de numai 0°30'.

Din motive tehnice, ulterior s-a hotărît să se cimenteze coloana intermediară de 9 5/8" pînă la zi. Acest program a necesitat o mare cantitate de ciment, astfel că a fost necesară pregătirea unui ciment special cu priză lentă, pentru prepararea căruia s-au propus următoarele patru reţete (tabela 3).

Utilizarea reţetei 2 a fost indicată şi în scopul prevenirii unui eventual influx în straturile uşor friabile ale sarmaţianului, diatomitul înlesnind prepararea unei paste de ciment cu greutatea specifică de 1,6 kg/dm³, fără pericol de sedimentare a solidelor şi cu o rezistenţă mecanică a pietrei considerată ca acceptabilă.

Diferenţa dintre temperaturile determinate prin cele două măsurători se datoreşte atît duratelor diferite de circulaţie, înaintea măsurării, cînd în mod indirect rocile din profilul sondei s-au răcit în mod inegal, cît şi diferenţei principale dintre cele două metode de măsurare a temperaturii.

Pentru calculul teoretic al temperaturii fluidului de foraj la o anumită adîncime a sondei s-au dedus mai multe relaţii analitice, cuprinzînd o serie de coeficienţi greu determinabili. De aceea pentru verificarea rezultatelor măsurătorii cu cele două termometre s-a aplicat relaţia semiempirică, dedusă de B.I.Esiman [1]:

$$t_h = a_h + b_h + t_0, \qquad (1)$$

în care:

t_h este temperatura noroiului după 7-8 ore de la oprirea circulaţiei, la adîncimea h, în °C;

h — adîncimea sondei, în m;

t_0 — temperatura medie anuală în regiune, °C;

a şi b — coeficienţii experimentali.

Admiţînd pentru cazul sondei $a = 0{,}004$ şi $b = 0{,}0085$, valori considerate de autor [1] ca valabile pentru calculul de orientare, iar pentru $t_0 = 14{,}5$°C, se obţine:

$$t_h = 0{,}004 \cdot 2\,829 + 0{,}0085 \cdot 2\,829 + 14{,}5 = 50{,}2°C$$

Tabela 3

	Unitatea de măsură	Reţeta			
		1	2	3	4
Ciment de sondă Fieni	%	95	95	85	80
Diatomit de Pătîrlagele	%	5	5	5	5
Nisip de rîu măcinat	%	—	—	10	15
Raport apă/solide		0,6	0,72	0,59	0,65
CMHEC	% la greutate	0,25	—	0,25	1,00
Silicat de sodiu	% la volum	1,7	—	1,8	4,7
Greutatea specifică	kg/dm³	1,70	1,60	1,72	1,66
Filtrarea	cm³/30' la 7 at	510	550	540	24
Răspîndirea	mm	240	270	250	230
Pompabilitatea la 85°C	min	160	190	180	180
Începe priza la 90°C	min	160	170	180	170
Termină priza la 90°C	min	195	235	240	260
Rezistenţa la încovoiere după 24 h	kgf/cm²	45	43,3	49,0	26,0
Rezistenţa la compresiune după 24 h	kgf/cm²	137,2	128,7	91,25	83,0

Operaţia de termometrie efectuată de două ori, cu termometrul maximal şi cu termometrul dr. Hugel, indicînd la talpă temperaturile de 51°C, respectiv 45°C, s-a hotărît utilizarea reţetei 2, renunţîndu-se la folosirea nisipului, CMHEC-ului (carboximetil-hidroxietilceluloză) şi silicatului de sodiu, care în cazul unui amestec neomogen putea provoca complicaţii. adică o valoare sensibil apropiată de aceea determinată practic cu termometrul maximal.

În zona tălpii s-a produs o răcire prin circulaţia noroiului de foraj, fapt care demonstrează în plus rolul important pe care îl are circulaţia intensivă şi de lungă durată înaintea începerii pompării pastei de ciment.

Cantitatea de ciment necesară pentru cimentarea coloanei de 9 5/8" pe întreaga ei lungime s-a calculat pe baza datelor rezultate din cavernogramă şi cu ajutorul relaţiei lui A. P. Anpilogov [2], care, admiţînd simetria cavernelor în raport cu axul sondei, a dedus următoarea relaţie :

$$V = \iiint r \, dr \, dh \, dy, \qquad (2)$$

în care :

V este volumul sondei ;
h — adîncimea sondei ;
y — unghiul central ;
r — raza sondei.

După unele simplificări, relaţia (2) se poate scrie sub forma :

$$V = \int_{D_0}^{D} \frac{D}{4} dD \int_{H_1}^{H} dH \int_{0}^{2\pi} dy \qquad (3)$$

în care :

D şi D_0 sînt diametrele maxim şi minim ale deschiderii ;
H şi H_1 — cotele de adîncime ale intervalului măsurat.

În urma includerii în relaţie a mediei aritmetice pentru diametru, s-a obţinut relaţia finală pentru determinarea volumului cavernelor :

$$V = \frac{\pi n S}{k} \left[\frac{n S}{k H} + d_0 \right], \qquad (4)$$

în care :

$k = 20\,000$ M (M este scara de adîncime a cavernogramei) ; în cazul dat M fiind $\frac{1}{1\,000}$ rezultă o valoare pentru $R = 20\,000 \frac{1}{1\,000} = 20$;
n este scara cavernogramei în sens diametral (în cazul dat această scară fiind $\frac{1}{5}$, rezultă că $n = 5$) ;
S — suprafaţa cuprinsă între curba cavernogramei şi linia verticală indicînd diametrul nominal al sondei, măsurată cu planimetrul, în cm² ;
H — lungimea intervalului măsurat cu cavernometrul, în m ;
d_0 — diametrul nominal al sondei, în m ;
V — volumul cavernelor, în m³.

Cu relaţia (4), astfel dedusă, s-a calculat volumul cavernelor, respectiv coeficientul de cavernă de 1,14.

Plecînd de la condiţia de preparare a unei paste de ciment cu greutate specifică de aproximativ 1,60 kg/dm³, s-a calculat cantitatea de 176 t ciment, necesară cimentării coloanei intermediare pînă la „zi", cu luarea în consideraţie a coeficientului de cavernă.

Pentru acoperirea pierderilor şi mărirea siguranţei de cimentare a coloanei pînă la suprafaţă, s-a hotărît ca operaţia să se execute cu 15% ciment în exces ; astfel s-a ajuns la utilizarea unei cantităţi de 190 t ciment.

În vederea asigurării reuşitei depline a tubajului şi cimentării s-au luat, în plus, următoarele măsuri tehnico-organizatorice :

a) Înainte de a începe tubajul, gaura sondei a fost pregătită în mod special, prin corectarea intervalelor nestabile, identificate în timpul forajului sau pe cavernogramă, şi prin condiţionarea fluidului de foraj la caracteristicile optime ; pentru a micşora coeficientul de frecare a coloanei de peretele sondei şi fluidului de foraj, acesta s-a tratat cu 7 200 kg grafit industrial.

b) Pentru evitarea tubării vreunui burlan necorespunzător, burlanele măsurate şi numerotate anterior s-au şablonat pe podul sondei cu şablonul de 215 mm şi s-au probat la presiunea interioară de 300 at.

c) Pentru evitarea defecţiunilor mecanice în timpul tubajului, instalaţia, sculele şi aparatele de control au fost verificate cu minuţiozitate.

d) Pentru ca fiecare membru al brigăzii să-şi cunoască locul de muncă şi sarcinile ce-i revin în executarea operaţiilor, personalul care a operat la sondă a fost instruit în mod special.

e) Pentru a preveni deşurubarea burlanelor în timpul frezării dopului de ciment, a şiului şi a niplului cu valvă, primele 70 m burlane, şiul şi niplul cu valvă s-au filetat stînga, legătura lor cu restul coloanei făcîndu-se cu un burlan filetat la un cap stînga, iar la celălalt dreapta.

f) Pentru reducerea timpului consumat cu deşurubarea protectoarelor, acestea se înlocuiau treptat la tragerea burlanelor în sondă cu protectoare prevăzute numai cu patru filete.

g) Pentru reducerea timpului necesar umplerii coloanei, la gura sondei s-a montat o legătură specială, prin care se pompa noroi după tubarea fiecărui burlan, în intervalul de timp cuprins între suspendarea coloanei în broasca cu pene şi începerea înşurubării burlanului următor.

h) Coordonarea şi supravegherea lucrărilor s-au făcut de către cadre tehnico-inginereşti cu experienţă îndelungată în tehnica forajului.

3. TUBAREA COLOANEI INTERMEDIARE

Operaţia de tubare a coloanei intermediare de 9 5/8" s-a efectuat în luna decembrie 1962, la o temperatură atmosferică de 8°C.

Greutatea teoretică totală în aer a coloanei a fost de 227 t, iar în noroi cu greutatea specifică de 1,52 kg/dm³ a fost de 185,5 t. Durata medie de tubare a unui burlan a fost de 8,2 min.

Pentru ca în timpul tubajului să se asigure în sondă o presiune hidrodinamică cît mai apropiată de presiunea hidrostatică, s-a admis în planul de măsuri ca limită maximă la introducerea coloanei în sondă o viteză de 0,33 m/s ;

în realitate ea a fost mult mai redusă (~0,1 m/s), fapt care indică încă o rezervă pentru accelerarea tubajelor la sondele de mare adîncime.

Coloana s-a tubat cu două elevatoare automate de 500 t, din care unul pe masa rotativă și altul la cîrlig.

Înșurubarea burlanelor la coloană s-a făcut cu sfoară fără sfîrșit, iar strîngerea lor definitivă cu cleşti de tubaj.

Pentru a se asigura etanșarea filetelor s-a utilizat un lubrifiant special pe bază de dextrină, preparat cu 50% dextrină, 30% grafit și 20% miniu de plumb, amestecate cu apă încălzită la 40°C (pînă s-a obținut o pastă acceptabilă).

Spre a se reduce și mai mult sarcina la cîrlig de la adîncimea de 2 500 m coloana s-a tubat parțial goală, cu menținerea nivelului în interiorul coloanei la circa 300 m.

4. CIMENTAREA COLOANEI INTERMEDIARE

Operația de cimentare s-a efectuat în 130 min, repartizate pe faze astfel:

- pomparea pastei de ciment în coloană 55 min
- refularea pastei de ciment în spațiul inelar 65 min
- operațiile auxiliare 10 min

Prepararea pastei de ciment cu greutăți specifice variind între 1,55 și 1,65 kg/dm³ s-a efectuat cu 12 agregate de cimentare tip AC—300, cuplate în paralel cîte patru, prin trei conducte de legătură cu capul de cimentare etajat.

După pomparea în coloană a circa 70 m³ fluid de foraj, pentru refularea pastei de ciment în spațiul inelar, aceasta a ajuns la suprafață, ieșind în continuare afară aproximativ întreaga cantitate de ciment calculată în exces (15%).

Presiunile de circulație au variat de la 40 la 70 at, ajungînd în momentul așezării dopului de cauciuc pe niplul cu valvă la 120 at.

Procesul de hidratare a cimentului fiind exotermic, în timpul perioadei de întărire, cuprinsă între 10 și 30 ore de la prepararea pastei de ciment, în spațiul inelar al coloanei intermediare s-a degajat o importantă cantitate de căldură, care, conform datelor din literatură [3], ajunge la 1,5—5 kcal/h de fiecare gram de ciment. Căldura degajată poate ridica temperatura fluidului din interiorul coloanei pînă la 65°C, implicînd, împreună cu căldura terestră, o creștere adiabatică a volumului fluidului de foraj din interiorul coloanei, respectiv a presiunii. Pentru a preveni solicitarea excesivă a coloanei datorită acestui fenomen, s-a dispus ca presiunea din coloană să se mențină în tot timpul prizei cimentului la nivelul de 70 at, prin relaxări periodice la capul de cimentare.

Probele de pastă de ciment luate în timpul cimentării și analizate ulterior în laborator au arătat caracteristicile fizice arătate în tabela 4.

Tabela 4

Caracteristici	Proba I	Proba II	Proba III	Proba IV	Observații
Greutatea specifică	1,55	1,65	1,60	1,60	
Începe priza, min	215	175	190	180	
Termină priza, min	280	210	250	240	
Rezistența la încovoire după 24 h (90°C)	34,8	37,5	—	—	Nu s-a putut determina

CONCLUZII

1) În articolul de față s-au arătat condițiile de tubare și cimentare a uneia dintre coloanele grele tubate în R.P.R.

2) Instalația de foraj tip 3 DH—200 montată la sondă a funcționat în bune condiții în timpul forajului și operațiilor de tubare și cimentare.

3) Calculele teoretice și prevederile planurilor de lucru au corespuns condițiilor de efectuare cu succes a operației.

4) S-au verificat posibilitatea săpării verticale a sondelor de mare adîncime și influența pozitivă pe care o are aceasta asupra operației de tubare.

5) S-a elucidat importanța scăderii, prin circulație, a temperaturii din sondă pînă la nivelul corespunzător condițiilor de cimentare cu ciment de sonde obișnuit.

6) Prin cimentarea „la zi" a coloanei intermediare s-a exclus necesitatea sistemului de etanșare a coloanelor cu „flanșă cu picior", coeficientul de siguranță la solicitare prin compresiune a filetului burlanului de 9 5/8" de la gura sondei fiind în cazul dat de 2,75, adică mai mult decît suficient.

7) S-a evidențiat capacitatea potențialului tehnic romîn de a tuba coloane de mare greutate cu mijloace indigene.

BIBLIOGRAFIE

[1] Esiman, B. I. *Determinarea temperaturii fluidului de foraj circulat în sondă.* În: Neftianoie Hoziaistvo, Gostoptehizdat, nr. 8, 1961, p. 21—253.

[2] Anpilogov, A. P. *Determinarea volumului cavernelor în gaura sondei după cavernogramă.* În: Neftianoie Hoziaistvo. Gostoptehizdat, nr. 8, 1956.

[3] Saţov, N. I. *Forajul sondelor de ţiţei şi gaze.* Gostoptehizdat, 1961, p. 487.

[4] Saţov, N. I. *Izolarea straturilor în sonde de ţiţei şi gaze.* Gostoptehizdat, 1960, p. 141.

Ing. Gh. I. PETEU

Radioactivitatea naturală a rocilor — element important în studiul formațiunilor străbătute de sonde

Radioactivitatea ca fenomen a furnizat în mod evident subiecte de studiu variate şi deosebit de interesante. În acelaşi timp, numeroasele aplicaţii ale radioactivităţii suscită interes în diferite domenii ale ştiinţei şi tehnicii contemporane.

În practica cercetărilor geofizice prin intermediul găurilor de sonde metodele de studiu bazate pe radioactivitate, materializate în diferite procedee de diagrafie nucleară, constituie în prezent un complex de mijloace de cercetare de mare utilitate pentru descoperirea zăcămintelor de hidrocarburi, săruri minerale, minereuri etc.

Între aceste aplicaţii, în prezent studiul în sonde al radioactivităţii naturale gama a căpătat o răspîndire apreciabilă, ea devenind un important parametru geofizic. Conţinutul diferit în substanţe radioactive al rocilor şi legătura dintre variaţia acestuia cu caracterele litologice ale rocilor constituie elemente de bază în studiul radioactivităţii naturale ale formaţiunilor geologice străbătute de sonde.

Lucrarea se referă la cîteva aspecte de ordin teoretic şi practic legate de studiul radioactivităţii naturale gama în sonde — aspecte care interesează în egală măsură pe geologii şi geofizicienii preocupaţi de problemele de cercetare a subsolului.

1. PROVENIENŢA RADIOELEMENTELOR NATURALE ÎN ROCI, CATEGORII DE ROCI ÎN FUNCŢIE DE RADIOACTIVITATEA LOR NATURALĂ

Studiul radioactivităţii naturale a formaţiunilor străbătute de găurile de sondă se referă la măsurarea, cu aparatură radiometrică corespunzătoare, a intensităţii radioactivităţii naturale gama ce provine din dezintegrarea unor elemente radioactive cuprinse în seria uraniului (Ra—B şi Ra—C) şi în cea a thoriului (msTh$_2$ ThB, ThC şi ThC"), precum şi potasiu 40.

Pînă în prezent au fost realizate progrese considerabile în cunoaşterea mecanismului repartiţiei radioelementelor în diferite tipuri de roci, iar volumul studiilor şi cercetărilor întreprinse în acest domeniu confirmă interesul acordat acestor probleme.

S-a stabilit că cele mai importante acumulări de elemente radioactive se întîlnesc în trei tipuri de zăcăminte:

— zăcăminte primare — zăcăminte pegmatitice şi hidrotermale;

— zăcăminte sedimentare — şisturi bituminoase, argiloase, gresii şi aluviuni.

— zăcăminte secundare oxidate — zonele oxidate aparţinînd formaţiunilor primare sau celor care au rezultat prin precipitarea din soluţiile existente în vecinătatea zăcămintelor primare.

Între rocile primare, un conţinut mai mare în radioelemente îl au rocile magmatice acide (granitele şi granodioritele). În decursul timpului, reziduurile magmatice au fost transferate, putîndu-se alătura sedimentelor în procesul acumulărilor sedimentare.

Aşadar, un izvor al existenţei substanţelor radioactive în rocile sedimentare îl constituie fragmentele de roci eruptive în a căror compoziţie intră oxizii de thoriu şi de uraniu, ca, de pildă, pechblenda cu un conţinut de 50—80 % U_3O_8 şi uraninitul UO_2, thorianitul ThO_2, thoritul $ThSiO_4$ şi bruggeritul $(UTh)O_2$ sau compuşii uraniului şi thoriului cu anionii acizilor, ca, de exemplu, carnotitul $K_2(UO_2)_2(VO_4)_2 \cdot 3H_2O$, thorbenitul $Cu(UO_2)_2 \cdot 12H_2O$, monazitul (Ce, La, Tn) PO_4SiO_4 şi altele.

O altă cale de acumulare a substanţelor radioactive în rocile sedimentare trebuie căutată în procedeul chimic de precipitare din soluţii a compuşilor radioelementelor, o dată cu sărurile altor elemente chimice, proces asociat acţiunii de formare a sedimentelor.

Între rocile sedimentare, acumulările cele mai importante în substanţe radioactive (şi care nu conţin acumulări de materiale radioactive) le au depunerile sedimentare marine: argilele fin-dispersate, argilele roşii, mîlurile de globigerine şi radiolarii, sărurile de potasiu (prezenţa izotopului ^{40}K), şisturile bituminoase, gresiile cu carnotit.

În cazul şisturilor argiloase, cercetările au stabilit că depunerea radioelementelor a avut loc în condiţiile unui *p*H între 5 şi 6 şi, în mod preferenţial, prin formarea lentă a sedimentelor îndeosebi în zonele de concentrare a substanţelor organice.

În legătură cu cercetările şisturilor bituminoase, trebuie arătat că rocile-mame de hidrocarburi lichide manifestă un nivel înalt de radioactivitate.

Formarea carnotitului a avut loc în urma unui proces de concentrare dintr-o soluţie mineralizată, care a circulat prin depozitul silicios; acest lucru indică acumularea carnotitului în orizonturile de sol alcalin în condiţiile de climat de stepă.

La cele arătate mai sus privind izvoarele radioactivităţii naturale din roci mai trebuie adăugată radioactivitatea apelor de strat, provenită de la Ra şi Th, sub forma emanaţiilor de radon şi thoron.

Îndeosebi o concentrare mai mare în radioelemente s-a observat în apele de adîncime puternic mineralizate, unde trecerea în sol a radioelementelor din seria U—Ra este accelerată de prezenţa în apă a clorurii de calciu (în aceste condiţii s-a determinat pînă la 10^{-8} g Ra/l apă).

Datorită condiţiilor geologice şi fizico-chimice specifice de formare, rocile sedimentare au un conţinut diferit în radioelemente. Astfel în funcţie de radioactivitatea lor naturală s-au împărţit rocile sedimentare în următoarele cinci categorii:

I. Roci cu radioactivitate foarte mică (conţinut: fracţiuni sau unităţi 10^{-12} g echiv. Ra/g rocă) — cărbuni, anhidrit, sare gemă, ghips.

II. Roci cu radioactivitate mică (conţinut fracţiuni sau unităţi $2 \div 10 \cdot 10^{-12}$ g echiv. Ra/g rocă) — nisipuri, gresii, calcare, dolomite.

III. Roci cu radioactivitate medie (conţinut: $10 \div 20 \cdot 10^{-12}$ g echiv. Ra/g rocă) — argile continentale, marne, argile calcaroase şi nisipoase.

IV. Roci cu radioactivitate mare (conţinut: $20 \div 80 \cdot 10^{-12}$ g echiv. Ra/g rocă) — argile fin dispersate, săruri de potasiu.

V. Roci cu radioactivitate foarte mare (conţinut mai mult de $80 \cdot 10^{-12}$ g echiv. Ra/g rocă) — bentonit, cenuşă vulcanică.

Creşterea radioactivităţii depozitelor argiloase organice de ape adînci se datoreşte concentrării în potasiu 40 — ionii de K fiind absorbiţi în mod selectiv* de către argile.

Şisturile bituminoase de culoare închisă şi argilele bogate în resturi organice îşi datoresc nivelul înalt al radioactivităţii radioelementelor din seria U—Ra, a căror acumulare are loc preferenţial în depozitele bituminoase fin dispersate şi îndeosebi în prezenţa depozitelor coloidale. Acest aspect a deschis o problemă de interes pentru cercetătorii geochimişti, făcînd posibilă o legătură genetică între acumularea preferenţială a radioizotopilor în rocile de acest gen şi substanţa organică-mamă a petrolului.

2. DISTRIBUŢIA RADIAŢIEI GAMA ÎN ROCI ŞI POSIBILITĂŢILE DE MĂSURARE A RADIOACTIVITĂŢII ÎN CONDIŢII DE SONDE

La măsurarea radioactivităţii naturale gama în condiţii de sonde, rezultatul măsurătorii trebuie apreciat în funcţie de următoarele elemente:

— dependenţa intensităţii radiaţiei gama măsurate de conţinutul rocilor în radioelemente;

— dependenţa intensităţii radiaţiei gama măsurate de unele proprietăţi fizice ale rocilor (componenţă chimică, densitate);

— dependenţa intensităţii radiaţiei de sistemul în care se realizează măsurătoarea — privind aparatajul radiometric (eficacitatea detectorului de radiaţii şi absorbţia în carcasa dispozitivului de fund), precum şi de factorii

* S-a dovedit că în rocile primare conţinutul în Na este asemănător conţinutului în K, în timp ce în argile conţinutul în K este mult mai mare tocmai datorită acestei absorbţii preferenţiale.

aparținînd găurii de sondă (diametrul găurii de sondă, fluidul conținut, prezența sau absența coloanei și a cimentului).

Există diferite lucrări ale cercetătorilor geofizicieni care s-au ocupat de studiul modului de distribuție a radiației gama în roci, de studiul configurației profilului gama [1, 2].

S-a ajuns la aprecierea intensității radiației gama măsurate în condiții de sonde. Relația prezentată mai jos indică modul de calcul al intensității radiației gama, în considerarea că dispozitivul de măsură se găsește plasat în centrul găurii de sondă, lipsită de fluid (fără a se ține seama de influența carcasei metalice a dispozitivului de fund):

$$I_\gamma = C\frac{\alpha q \rho}{4}\int_V \frac{\mathrm{Exp}\,(R_1/L_m)\,\mathrm{d}v}{R^{b_m}}, \qquad (1)$$

unde C este o constantă.

$$\alpha = \frac{2\overline{Z}ef}{\overline{A}ef},$$

în care:

$\overline{Z}ef$ și $\overline{A}ef$ sînt valorile medii ale numerelor atomice și de masă corespunzătoare elementelor chimice care intră în compoziție;

q — concentrația în substanță radioactivă;

ρ — densitatea rocii;

b_m — coeficientul ce depinde de densitatea rocii;

L_m — parcursul mediu al radiației gama în rocă;

R — distanța de la volumul elementar de dispersie ($\mathrm{d}v$) la detector;

R_1 — distanța de la volumul elementar la limita cilindrică de separare considerată în direcția detectorului.

Parcursul mediu L_m al radiației gama provenită de la ^{40}K are valoarea mai mare decît în cazul seriilor U și Th, iar valorile cele mai mici ale coeficientului b_m corespund seriei U și cele mai mari potasiului 40.

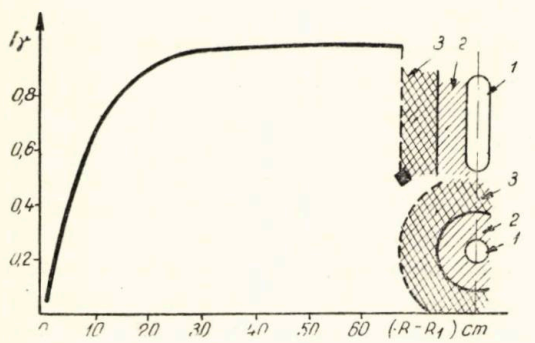


Fig. 1. Dependența intensității gama de grosimea radială a stratului cilindric care generează radiația gama:
1 — detector de radiații; *2* — mediu absorbant; *3* — strat generator de radiații.

Calculele teoretice și experimentările efectuate au stabilit configurația dependenței intensității gama față de grosimea radială a stratului cilindric care generează radiația gama. În figura 1 este reprezentată această configurație în cazul unui mediu cu o densitate de 2,2 g/cm³.

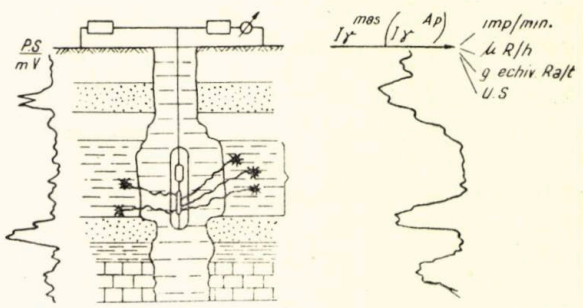


Fig. 2. Schemă de principiu a măsurării radioactivității naturale gama în condiții de sonde.

Realizarea diagrafiei gama (fig. 2) este legată de condițiile specifice măsurătorilor în găurile de sonde, în care intervin o serie de factori ce influențează detectarea, așa cum se exprimă și în relația de mai jos:

$$\frac{I_\gamma^{măs}}{I_\gamma^{emis}} = \varepsilon \cdot \beta \cdot \Omega$$

$$\varepsilon \cdot \beta = \sum_{n=1}^{n} a_1\,\varepsilon_1\,\beta_1 \qquad (2)$$

în care:

$I_\gamma^{măs}$ este intensitatea gama măsurată;

I_γ^{emis} — intensitatea gama emisă;

a — abundența fotonilor gama de anumită energie;

ε_1 — eficiența detectorului;

β_1 — coeficient ce depinde de difuzie — absorbție.

În ceea ce privește abundența în fotoni gama se constată o contribuție diferită a celor trei factori amintiți în funcție de energia radiațiilor emise (tabela 1).

Tabela 1

Energia radiației gama, MeV	Seria uraniu		Seria thoriu		Seria potasiu	
	Abundența, %	Fotoni la 1 g U	Abundența, %	Fotoni la 1 g Th	Abundența, %	Fotoni la 1 g K
2,5	—	—	13	$1{,}9.10^3$	—	—
1,5—2	4	$1{,}1.10^3$	—	—	—	—
2—2,5	12	$3{,}2.10^3$	3	$0{,}5.10^3$	100	3,4
1—15	17	$4{,}3.10^3$	3	$0{,}4.10^3$	—	—
0,5—1	31	$8{,}0.10^3$	47	$5{,}5.10^3$	—	—
0,2—0,5	36	$9{,}4.10^3$	34	$3{,}9.10^3$	—	—

Faptul că apare o abundență de 13% pentru energia de 2,5 MeV, în cazul seriei Th, și de 100% pentru intervalul de energie între 1,5 și 2 MeV, pentru potasiu, dă posibilitatea aprecierii selective a prezenței radioelementelor apațiinînd seriilor U, Th și ^{40}K pentru diferite tipuri de roci, cu exprimarea conținutului în substanțe radioactive în „*termeni*" de uraniu, thoriu și potasiu. Analiza spectrală prezintă un interes deosebit în studiul radiației naturale gama a rocilor ce compun formațiunile geologice străbătute de sonde [3].

3. ASPECTE PRACTICE PRIVIND APLICAREA DIAGRAFIEI GAMA LA STUDIUL FORMAȚIUNILOR GEOLOGICE

Variația conținutului în elemente radioactive naturale al rocilor, materializată în diagrafia gama, a găsit utilizări practice importante în studiile formațiunilor străbătute de sonde prin mijloace geofizice.

În cele ce urmează se prezintă cîteva aspecte ale aplicațiilor diagrafiei gama la cercetarea geofizică a zăcămintelor de hidrocarburi din țara noastră.

Pentru ilustrarea grafică s-a exemplificat în figurile 3 a și 3 b o corelare a reperelor constituite din anomaliile de radioactivitate interceptate la sondele dintr-o structură din Moldova din Platforma moesică.

Trebuie subliniat că în multe cazuri acești repere pot oferi informații utile în interpretarea profilelor geofizice, ajutînd la înlăturarea dificultăților ocazionate mai ales la înregistrarea profilelor electrice în noroi puternic mineralizat.

Așa cum se vede în figura 3 a, trecerea de la miocenul cu sare la oligocen este remarcată pe profilul gama prin schimbarea nivelului de radioactivitate, ca urmare a schimbării litologice care a avut loc. Într-adevăr, nivelul de radioactivitate corespunzător straturilor de sare este mai redus decît al marnelor ce însoțesc tranziția miocen-oligocen, și acest lucru este bine exteriorizat în profilul radiației naturale gama.

Reperele gama apărute la sondele din structurile petroliere din regiunea Moinești se mențin pe întinderi mari, contribuind astfel efectiv la o interpretare geologică corectă.

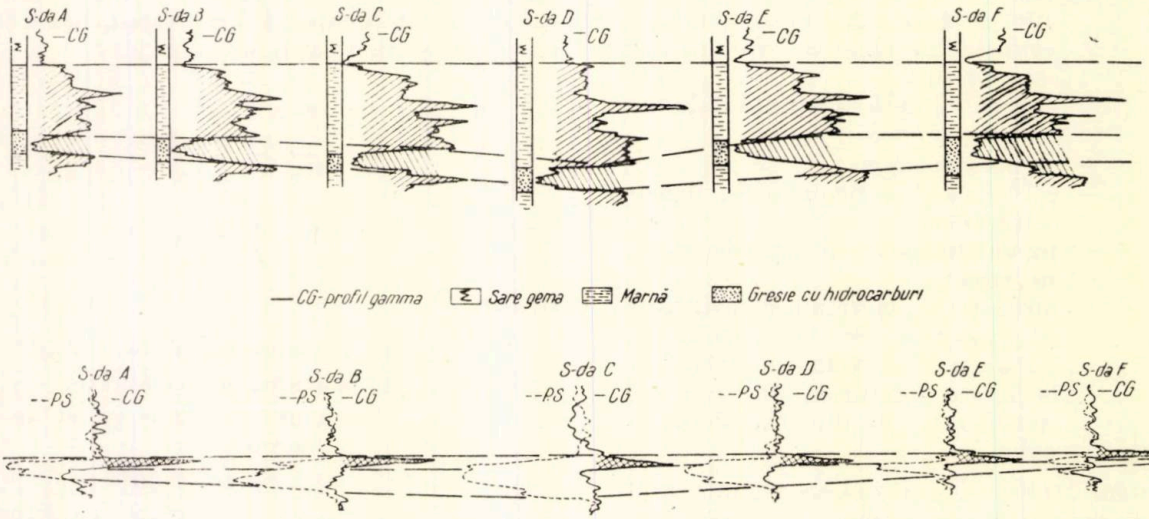


Fig. 3 a. Repere stratigrafice constituite de anomalii maximale de radioactivitate naturală (sonde din Platforma moesică).
Fig. 3 b. Repere stratigrafice constituite de anomalii de radioactivitate naturală gama (sonde din regiunea Moinești).

Repere stratigrafice. În unele regiuni din țară, pe diagramele înregistrate la sondele petroliere au fost remarcate repere pregnante sub forma unor anomalii maximale de radioactivitate naturală gama.

Asemenea repere au fost întîlnite la sondele din regiuni geografice diferite și constituie un element de orientare în interpretarea geologică, cu atît mai prețios, cu cît reperele se mențin cu claritate pe întinderi mari.

Așa este cazul anomaliilor maximale de radioactivitate naturală gama care apar la sondele din Moldova, la tranziția dintre miocen-oligocen, în Platforma moesică (capacul albianului I) regiunile Cîmpina, Boldești etc.

Un alt exemplu care atestă fidelitatea reperelor gama este interceptat în zona de platformă într-o regiune sudică a țării, de data aceasta într-o formațiune de vîrstă cretacică. Figura 3 b exemplifică o serie de profile dintr-o zonă în care schimbarea unei formațiuni geologice este demarcată printr-un reper foarte clar. Anomalia maximală de radioactivitate corespunde unei grosimi de strat de la 4 la 10 m, intensificînd prin aceasta efectul de reper. Din punct de vedere litologic, stratul-reper este constituit din gresie calcaroasă, iar prezența anomaliei de radioactivitate informează asupra posibilităților de concentrare a substan-

elor radioactive în condițiile de sedimentare care au dus la formarea zăcămîntului.

Interpretarea cantitativă. În legătură cu direcțiile de dezvoltare a diagrafiei de radioactivitate gama în studiul formațiunilor geologice străbătute de sonde, remarcăm următoarele :

În scopul creșterii eficienței măsurătorilor se realizează etalonarea aparaturii de fund și calibrarea profilelor în unități standardizate, ținîndu-se seamă de toate elementele ce contribuie la materializarea profilelor de radioactivitate gama naturală.

În mod practic se pot aplica corecții pentru excentricitatea aparatului în gaura de sondă (inclusiv excavațiile), densitatea noroiului, grosimea coloanelor tubate, grosimea inelului de ciment din spatele coloanei. Elementele de corecție au fost prinse sub formă de abace de interpretare.

În posesia unor rezultate apropiate de realitate, s-a trecut la determinarea conținutului de argilă în roci și a permeabilității straturilor plecînd de la profilele gama. S-a stabilit că intensitatea radiației naturale gama în formațiunile cu conținut redus de argilă ($C_{arg} < 20\,\%$) este direct proporțională cu conținutul în argilă exprimîndu-se matematic sub forma relației [4] :

$$\frac{I_{(\gamma\ rep.)} - I_{(\gamma\ C_{arg.}=0)}}{I_{(\gamma C_{arg}=1)} - I_{(\gamma C_{arg}=0)}} = f_{(C_{arg})}. \qquad (3)$$

unde :

$I_{(\gamma rep)}$ este intensitatea unui strat considerat reper ;

$I_{(\gamma C_{arg}=1)}$ — intensitatea unui strat de argilă ;

$I_{(\gamma C_{arg}=0)}$ — intensitatea unui strat lipsit de argilă.

În mod practic se întocmesc abace de interpretare pe baza datelor de măsurare a intensității gama pentru straturile cu un conținut cunoscut de argilă, cu posibilitatea de aplicare pentru toate sondele din aceeași structură cu profil litologic asemănător.

Așa cum se poate vedea și în figura 4, profilul gama are posibilitatea de a reprezenta cu mai mare fidelitate conținutul în argilă decît profilul P.S., întrucît parametrul respectiv în cazul radioactivității naturale gama are o dependență proporțională față de conținutul în argilă, ceea ce nu se întîmplă și pentru profilul de polarizație spontană (P.S.).

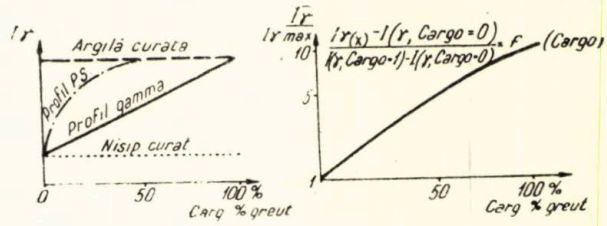


Fig. 4. Dependența radioactivității naturale gama de conținutul în argilă al rocilor.

Cele prezentate în lucrare reflectă unele aspecte ce privesc diagrafia gama, cu exemplificări asupra unor rezultate din geofizica petrolieră din țara noastră.

Interesul manifestat pentru studiul radioactivității naturale gama a formațiunilor străbătute de sonde desigur nu se va rezuma la aspectele prezentate. Și un domeniu care se va adăuga cercetărilor bazate pe radioactivitatea naturală gama a rocilor va fi paralelizarea diagrafiei gama cu analizele radiometrice ale carotelor mecanice și ale apelor de zăcămînt.

În felul acesta se vor crea posibilități mai largi și cu eficiență sporită acestor studii și cercetări, care vor aduce o contribuție mai valoroasă în ansamblul preocupărilor de cercetare a subsolului.

BIBLIOGRAFIE

[1] Filipov, E. M. *Isledovanie raspredeleniia gamma izluceniia v gornih porodah.* Prikladnaia gheofizika vîp. Gostoptehizdat, **24**, 1960, p. 100—120.

[2] Caldevell, R. *Nuclear Radiation în Well Logging.* În : Nucleonics, **16**, nr. 12, 1958, p. 58—66.

[3] Alexeev, F. A. și alții. *Primenenie metoda spektrometrii gama-izluceniia dlea issledovaniia skvajin* ; din vol. Iadernaia gheofizika, Gostoptehizdat, Moskva, 1959.

[4] Dahnov, V. N. *Gheofiziceskie metodi izuceniie neftogazonosnih-kollektorov*, Gostoptehizdat, Moskva, 1959.

Ing. S. TINDECHE

Metode economice de tratare a țițeiului

Principalele metode de tratare a țițeiului, practicate pînă în prezent pe scară mare în schelele de extracție a țițeiului din țara noastră, sînt următoarele: *a*) tratarea pe cale chimică, în proporție de aproximativ 65%; *b*) tratarea pe cale electrică în proporție de aproximativ 30%; *c*) alte metode în proporție de aproximativ 5%.

Tratarea pe cale chimică constă, după cum se știe, în esență, din injectarea și amestecarea intimă în masa țițeiului brut a unor anumite cantități de substanțe cu acțiune dezemulsionantă. După natura dezemulsionantului folosit și a emulsiei de țiței supusă tratării, cantitatea de dezemulsionant injectată variază în limite foarte largi de ordinul a 0,05—0,30%, raportată la cantitatea netă de țiței supusă tratării. Dezemulsionanții folosiți sînt fabricați în rafinăriile noastre.

Tratarea pe cale electrică constă din trecerea țițeiului brut printr-un cîmp electric în instalații speciale. Pînă în prezent instalațiile electrice de tratare a țițeiului folosite în țara noastră sînt de două tipuri: instalații construite după documentație sovietică și instalații construite după concepție și documentație românească. Cele din primul tip sînt montate și funcționează în rafinării, iar celelalte în șantierele de extracție. În afară de aceste instalații, care formează majoritatea mijloacelor de deshidratare și desalinare electrică a țițeiurilor din țara noastră, mai există o singură instalație de tip foarte vechi în schela Boldești, a cărei capacitate și utilizare sînt neînsemnate față de capacitatea și utilizarea celorlalte.

Eficacitatea dezemulsionantă a celor două metode principale menționate mai sus, chimică și electrică, este variabilă după natura țițeiului și gradul de stabilitate a emulsiei.

Din punct de vedere economic, în schelele de extracție, raportul dintre costul tratării pe cale chimică și cel al tratării pe cale electrică este net favorabil acesteia din urmă. Aceasta, în condițiile cînd tratarea electrică se face prin instalații tip Nicodinescu, iar tratarea chimică se face cu dezemulsionanții fabricați în rafinăriile noastre de petrol. Considerăm necesar să facem această precizare deoarece experimentările de laborator și semiindustriale făcute în ultimul timp cu dezemulsionanții de tip neionic au arătat că în viitor, prin folosirea acestora, precum și prin aplicarea unor noi metode fizico-chimice, raportul de mai sus ar putea fi substanțial modificat.

Introducerea unor noi metode la tratarea țițeiului în schelele de extracție constituie o necesitate economică de prim ordin. Într-

adevăr actualele instalații electrice, deși foarte economice în exploatare, necesită în schimb investiții inițiale foarte ridicate.

În afară de aceasta, pe măsură ce producția șantierului respectiv scade, instalația începe să lucreze neeconomic, iar, din încercările făcute pînă în prezent, transferul acesteia în alt șantier, unde s-ar simți nevoia, nu este rentabil.

În ceea ce privește tratarea chimică cu dezemulsionanții anionici actuali, furnizați de rafinăriile noastre, trebuie să arătăm că aceștia implică în fabricarea lor o serie de chimicale, ca: acid sulfuric fumans, acid sulfuric tehnic, amoniac, hidroxid de sodiu etc., a căror utilizare în acest scop nu este cea mai indicată. În afară de aceasta, folosirea acizilor naftenici la dezemulsionarea țițeiului fie sub formă de săpunuri naftenice, fie prin includerea lor în fabricarea celorlalți dezemulsionanți (D_5 și D_4) constituie de asemenea un lucru nerațional din punct de vedere economic, dată fiind îndeosebi cererea la export a acestor acizi.

Dezemulsionanții actuali se consumă în cantități relativ mari, iar transportul lor de la rafinării la schelă este dificil, mai ales în timpul iernii. Pentru a le asigura fluiditatea necesară manipulării și încărcării lor în mijloacele cu care se face transportul, dezemulsionanții se livrează din rafinării cu aproximativ 50% apă, ceea ce reprezintă un balast pentru transport. În cazurile cînd din lipsă temporară de amoniac neutralizarea acizilor sulfonici în procesul de fabricație se face cu hidroxid de sodiu sărurile de sodiu formate cristalizează și se depun la temperaturi mai scăzute decît cea obișnuită, mărind astfel și mai mult dificultățile de manipulare și transport în schele. În asemenea cazuri de înlocuire a amoniacului cu hidroxid de sodiu în procesul de fabricație eficacitatea de dezemulsionare scade cu aproximativ 25%.

Dintre metodele mai noi se menționează, în primul rînd, tratarea cu dezemulsionanți neionici, care, probabil, va ocupa în viitor un loc de frunte în această operație. Dezemulsionanții neionici au o eficacitate de 10—15 ori mai mare decît dezemulsionanții anionici de tipul D_5, folosiți în cea mai mare măsură pînă în prezent, de 15—20 de ori mai mare ca dezemulsionanții de tipul D_4 și de 25—30 de ori mai mare decît sărurile de sodiu ale acizilor naftenici (săpunuri naftenice, S.N.).

Această eficacitate sporită se manifestă pe majoritatea sorturilor de țiței ce se extrag în șantierele noastre, și, datorită ei, consumurile specifice pe tona de țiței tratat vor fi în mod corespunzător mai reduse. Instalațiile de tratare cu acești emulsionanți vor putea fi de construcția cea mai simplă, iar transportul, depozitarea și manipularea lor în schele nu vor mai întîmpina dificultățile actuale.

O altă metodă foarte economică intrată de altfel cu zeci de ani în urmă în uzul tratării țițeiului dar care începe să se evidențieze în ultima vreme prin cîteva rezultate deosebit de avantajoase constă în simpla spălare a țițeiului brut cu apă sărată de zăcămînt. Pentru a ilustra eficacitatea și avantajele deosebite pe care le prezintă această metodă se citează cîteva cazuri din șantierele noastre.

Astfel, într-un șantier aparținînd Trustului de extracție-Pitești se extrage și se colectează în același parc central trei sorturi de țiței diferite: A_1, A_3 și C. În timp ce primul și ultimul sort din cele arătate se lasă tratate relativ ușor, al doilea sort (A_3) a prezentat la începutul exploatării o astfel de emulsie care nu s-a lăsat tratată cu nici unul dintre dezemulsionanții indigeni fabricați în rafinăriile noastre. Tenacitatea unui colectiv local de tehnicieni din șantierul respectiv, care a întreprins o serie dintre cele mai variate încercări de tratare, a dus la descoperirea că apele reziduale extrase o dată cu țițeiul A_1 reușesc singure, fără nici un adaos de dezemulsionant, să spargă complet emulsia foarte rebelă a țițeiului A_3, precum și pe aceea a țițeiului C. În acest fel, de cîțiva ani, cele trei sorturi de țiței din șantierul menționat se tratează în modul cel mai economic astfel: țițeiul A_1, prin simplă încălzire și decantare în rezervorul de depozit, iar celelalte două sorturi, A_3 și C, prin spălare cu apă reziduală separată din țițeiul A_1. Instalația de tratare este dintre cele mai simple și constă în amenajarea unuia dintre rezervoarele de depozit ca vas de spălare prin dotarea lui cu un dispozitiv de dispersare a țițeiului prin masa de apă sărată, încălzită la o temperatură convenabilă.

Un alt caz mai interesant decît cel de mai sus, de tratare prin simplă spălare cu apă sărată de zăcămînt, îl constituie emulsia unui țiței dintr-un șantier nou, aparținînd aceluiași trust de extracție, care se lasă foarte ușor desfăcută (spartă) prin spălare cu apa sărată ce se extrage dintr-un șantier învecinat, situat la o distanță de 15—20 km. Este de remarcat că apa extrasă din zăcămînt în noul șantier nu are nici o influență asupra emulsiei de țiței cu care este extrasă împreună. Pe baza acestor observații și a încercărilor de laborator efectuate de Institutul de cercetări pentru foraj-extracție din Cîmpina, precum și datorită amplasării favorabile a acestor două șantiere față de direcția de pompare a țițeiurilor spre rafinării urmează ca tratarea țițeiului din noul șantier să fie proiectată pe baza spălării cu apă sărată din șantierul învecinat, fără adaos de dezemulsionanți.

Coincidența face ca țițeiul din acest ultim șantier să poată fi utilizat pentru fluxarea țițeiului ce urmează a fi tratat, care, fiind neobișnuit de vîscos, prezintă dificultăți foarte mari la

pomparea pe conductă. Acest fapt justifică şi mai mult proiectarea tratării pe baza celor arătate mai sus.

Alte două cazuri recente de tratare prin simplă spălare cu apă sărată sînt oferite de două şantiere diferite, situate la distanţă de circa 30 km unul de altul, aparţinînd Trustului de extracţie—Tg. Jiu.

Cercetările de laborator întreprinse de I.C.F.E.—Cîmpina au arătat că ţiţeiurile din cele două şantiere menţionate mai sus se lasă foarte uşor tratate prin spălarea lor cu apă sărată proprie, în anumite proporţii, în urma căreia conţinutul de impurităţi scade în măsură apreciabilă, şi anume pînă la 0,2% faţă de limita maximă admisibilă de 1%.

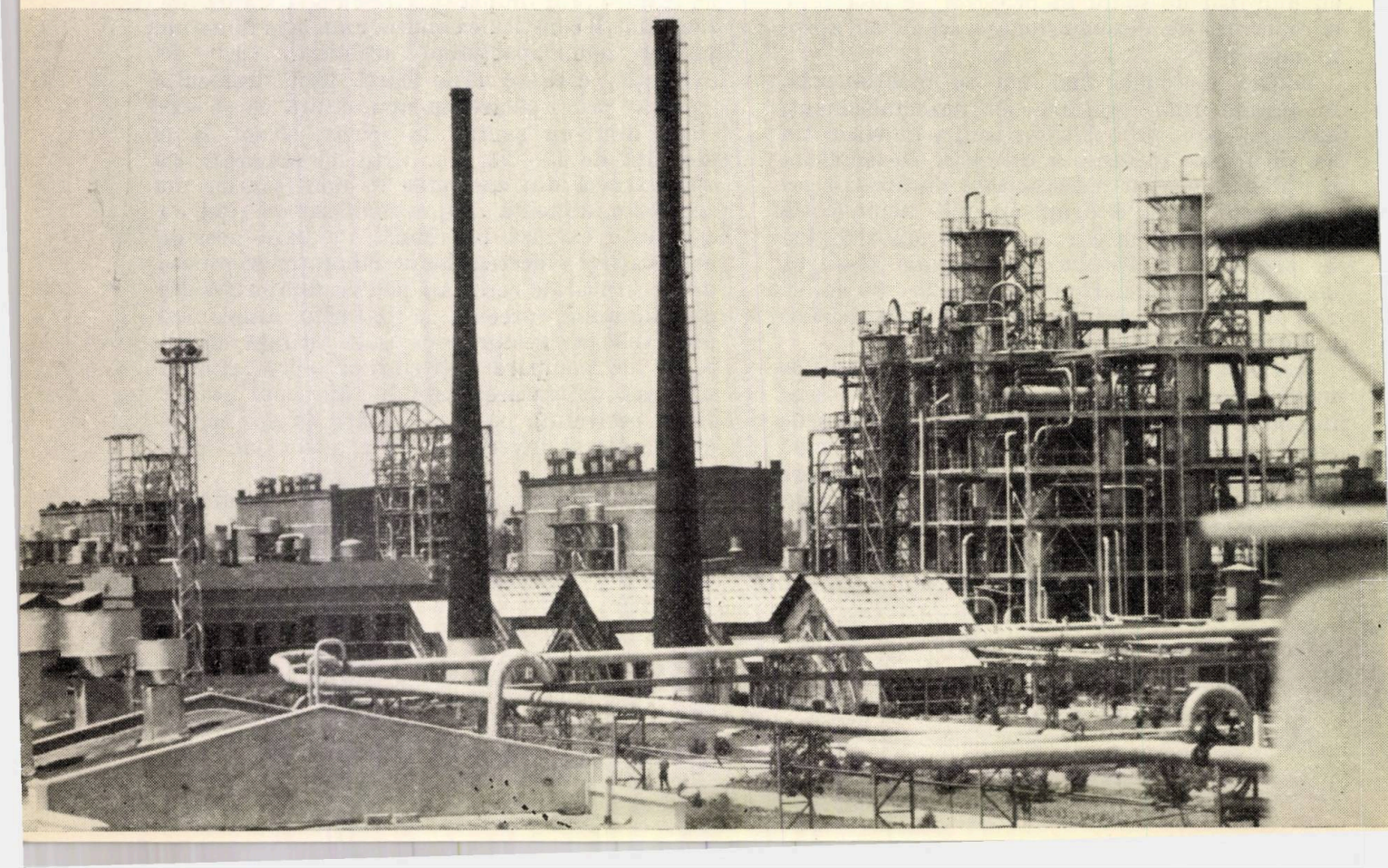
Cazurile menţionate demonstrează cît este de util să se întreprindă cercetări pe scară largă în toate şantierele noi şi vechi, în scopul cunoaşterii tuturor posibilităţilor de aplicare şi intensificare a acestei metode care prezintă cele mai mari avantaje economice faţă de toate metodele cunoscute pînă în prezent. Efectul economic al spălării cu apă sărată de zăcămînt este apreciabil chiar în cazurile cînd ea nu rezolvă singură, în întregime, dezemulsionarea unui ţiţei şi serveşte doar ca auxiliar în aplicarea altor metode chimice sau electrice. Se precizează că spălarea cu apă sărată se poate realiza în cele mai diferite moduri în funcţie de condiţiile şi posibilităţile locale şi pe baza unor încercări prealabile de laborator.

Filtrarea prin medii poroase (vată de sticlă, lînă din lemn, nisip cuarţos etc.) reprezintă de asemenea o metodă economică de dezemulsionare a ţiţeiului. Încă de cîţiva ani filtrarea prin vată de sticlă a fost deja aplicată în rafinăriile noastre cu rezultate satisfăcătoare. Aplicarea acestei metode în schelele de extracţie nu s-a făcut pînă în prezent, dar primele cercetări întreprinse în această direcţie de I.C.F.E.— Cîmpina au dat rezultate foarte promiţătoare pe anumite sorturi de ţiţei. O condiţie esenţială pentru economicitatea aplicării acestei metode o constituie absenţa obligatorie a impurităţilor mecanice în suspensie în masa ţiţeiului brut, care pot provoca înfundarea şi scoaterea din funcţiune la intervale prea scurte a materialului filtrant.

Ca şi în cazul spălării cu apă sărată şi aici se poate spune că metoda filtrării prin medii poroase, chiar dacă nu poate rezolva singură dezemulsionarea unui anumit sort de ţiţei, poate servi ca auxiliar preţios, cu bune rezultate economice, la aplicarea altor metode uzuale de tratare.

În concluzie, din practica de şantier, precum şi din încercările de laborator şi încercările experimentale semiindustriale efectuate pînă în prezent rezultă că gama posibilităţilor de tratare economică a ţiţeiurilor în schelele de extracţie, în vederea curăţării lor de apa şi impurităţile mecanice cu care se extrag din sonde, este nelimitată. Totul este ca cercetarea şi experimentarea continuă să formeze şi în acest domeniu un principiu de bază pentru activitatea personalului din exploatarea şantierelor de extracţie a ţiţeiului, din institutele de cercetare şi cele de proiectare.

Rafinăria Teleajen



Dr. ing. V. I. ROBU,
ing. C. TARAN şi
ing. C. STRĂTULĂ

Desulfurarea gazelor de rafinării

În cadrul prezentei lucrări s-a cercetat aspectul teoretic şi practic al absorbţiei şi desorbţiei hidrogenului sulfurat în soluţie de carbonat de sodiu. Pe baza rezultatelor obţinute, precum şi pe baza datelor din literatură cu privire la absorbţia şi desorbţia mercaptanilor s-a realizat o instalaţie de laborator continuă pentru desulfurarea gazelor şi recuperarea compuşilor cu sulful. S-a proiectat apoi o instalaţie-pilot de desulfurare, care s-a construit launa din rafinării. Cu ajutorul ei s-au verificat datele din laborator şi s-au stabilit parametrii de proiectare necesari construcţiei unei instalaţii industriale de desulfurare de mare capacitate.

În lucrarea de faţă se are în vedere desulfurarea unor gaze sărace de rafinărie, în scopul folosirii lor ca materie primă pentru fabricarea acetilenei.

Pentru aceasta s-au făcut cercetări în sensul determinării conţinutului de hidrogen sulfurat, bioxid de carbon şi mercaptani al acestor gaze sărace în diverse situaţii operative ale instalaţiei furnizoare.

Din analizele efectuate s-a constatat că conţinutul de hidrogen sulfurat este destul de mare şi variază în limite destul de largi (0,2—40 g H_2S/Nm^3 gaz). Limitele atît de largi ale conţinutului de hidrogen sulfurat sînt rezultatul atît al variaţiei materiei prime ce alimentează instalaţia furnizoare de gaze sărace, cît şi al distribuţiei lui între aceste gaze şi fracţiunea de propan şi butan, distribuţie ce este condiţionată de regimul de funcţionare a instalaţiei.

Pe lîngă hidrogen sulfurat, analizele efectuate au indicat în aceste gaze şi cantităţi apreciabile de bioxid de carbon (5—10 g CO_2/Nm^3 gaz) şi mercaptani (0,06—0,6 g sulf mercaptanic/Nm^3 gaz), ceea ce face ca problema desulfurării să devină mai complexă.

Cele mai importante procedee de îndepărtare a hidrogenului sulfurat din gaze sînt următoarele:

1) Procedeul cu soluţie de fenolat de sodiu, care are la bază următoarea reacţie reversibilă:

$$C_6H_5 - ONa + H_2S \rightleftarrows C_6H_5 - OH + NaHS.$$

Randamentul procesului este de circa 90—95%, iar regenerarea soluţiei de fenolat se face prin stripare cu abur.

2) Procedeul Tylox, care foloseşte ca absorbant o soluţie de disulfoarseniat de sodiu şi are la bază reacţia:

$$Na_3AsOS_2 + H_2S \rightarrow Na_3AsS_3 + H_2O.$$

Regenerarea soluției în acest proces se face prin oxidare cu aer într-o coloană, la un $pH = 7{,}5 - 8$. În același timp se recuperează și sulful care se separă la vîrful coloanei:

$$Na_3AsS_3 + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow Na_3AsOS_2 + S$$

3) Procedeul cu fosfat tripotasic care se bazează pe reacția reversibilă:

$$K_3PO_4 + H_2S \rightleftarrows K_2HPO_4 + KHS$$

Soluțiile folosite în acest caz sînt destul de concentrate (circa 30%), ceea ce constituie un dezavantaj al procesului.

4) Procedeul cu amine, care se bazează pe reacția:

$$2NH(CH_2-CH_2-OH)_2 + H_2S \rightleftarrows [NH_2(CH_2-CH_2-OH_2)_2]_2S$$

este un procedeu modern cu care se obțin bune rezultate atît în ceea ce privește îndepărtarea hidrogenului sulfurat cît și a bioxidului de carbon.

Regenerarea soluției în acest proces se face prin încălzire și stripare cu abur.

5) Procedeul Alkacid, care întrebuințează drept absorbant soluții de săruri alcaline sau alcalino-pămîntoase ale aminoacizilor:

$$H-N\begin{matrix}\diagup CH_2-COONa \\ \diagdown C_6H_5\end{matrix} + H_2S \rightleftarrows$$

$$\rightleftarrows H-N\begin{matrix}\diagup CH_2-COOH \\ \diagdown C_6H_5\end{matrix} + NaSH$$

Eficacitatea lui este foarte mare, dar costul absorbantului este foarte ridicat, ceea ce constituie un inconvenient.

6) Procedeul Koppers, care folosește ca absorbant soluție de carbonat de sodiu de concentrație 10%, are la bază următoarele reacții reversibile:

$$Na_2CO_3 + H_2S \rightleftarrows NaHCO_3 + NaHS;$$

$$Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O \rightleftarrows 2\,NaHCO_3$$

Avantajul acestui procedeu constă în costul redus și disponibilitatea absorbantului, precum și randamentul bun de desulfurare (circa 95%), iar dezavantajul în necesitatea de a avea refierbătoare inoxidabile și echipament de vid.

Din considerații teoretice asupra aspectului tehnico-economic al diferitelor procedee menționate în literatura de specialitate și avînd în vedere faptul că în compoziția gazelor sărace intră hidrogenul sulfurat, bioxidul de carbon și mercaptanii, s-a ajuns la concluzia că procedeul de desulfurare cel mai simplu și mai economic al acestor gaze în condițiile țării noastre este procedeul ce folosește drept absorbant o soluție de carbonat de sodiu, așa-numitul procedeu Koppers, însă modificat de noi și completat cu extracția mercaptanilor folosind o soluție de hidroxid de sodiu.

Acest proces combinat constă în absorbț la presiune a hidrogenului sulfurat și a biox dului de carbon într-o soluție de carbonat d sodiu de concentrație 10 — 15% și regenerare acesteia prin încălzire și stripare cu abur (direc și indirect) la presiunea atmosferică, precu și în absorbția la presiune a mercaptanilc într-o soluție de hidroxid de sodiu de cor centrație 10—15% și regenerarea acestei soluți tot prin încălzire și stripare cu abur (direct ș indirect), la presiunea atmosferică.

Cu toate că în acest proces, conform datelo din literatura de specialitate, randamentul d desulfurare este de circa 95% pentru gaz cu presiune mică (gaze de cocserii), s-a între văzut posibilitatea măririi randamentului d desulfurare la cel puțin 98% pentru gazele d rafinărie cu o presiune de 7 at. Lucrările d cercetare efectuate au arătat acest lucru, car apoi a fost verificat pe scară pilot și industrială

ASPECTUL TEORETIC AL ABSORBȚIEI HIDROGENULU SULFURAT ÎN SOLUȚIE DE CARBONAT DE SODIU

Reacțiile care stau la baza procesului de desulfurare amintit mai sus sînt următoarele:

— La absorbție:

$$Na_2CO_3 + H_2S \rightarrow NaHCO_3 + NaHS;$$

$$Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O \rightarrow 2NaHCO_3;$$

$$R - SH + NaOH \rightarrow R - SNa + H_2O.$$

— La desorbție:

$$NaHS + NaHCO_3 \rightarrow Na_2CO_3 + H_2S;$$

$$2NaHCO_3 \rightarrow Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O;$$

$$R-SNa + H_2O \rightarrow NaOH + R-SH.$$

În scopul studierii acestui proces s-au efectuat lucrări de cercetare cu caracter teoretic și experimental, care au constat în calcularea și determinarea unor curbe de echilibru, precum și în verificarea procesului de absorbție și desorbție a hidrogenului sulfurat și mercaptanilor pe instalații continue de laborator la presiunea atmosferică.

1) *Calcularea izotermei de absorbție a hidrogenului sulfurat în soluție de carbonat de sodiu.* În soluții relativ concentrate, absorbția hidrogenului sulfurat are loc după reacția globală arătată mai jos:

$$H_2S_{(aq)} + Na_2CO_3 \rightleftarrows NaHS + NaHCO_3; \qquad (1)$$

conform legii maselor, condiția de echilibru va fi:

$$C_{H_2S(aq)} \cdot C_{Na_2CO_3} = KC_{NaHS} \cdot C_{NaHCO_3} \qquad (2)$$

În această ecuație concentrațiile sînt exprimate în gram mol/litru soluție.

Din ecuația (1) reiese:

$$C_{NaHS} = C_{NaHCO_3}$$

Dacă luăm concentrația inițială de Na_2CO_3 egală cu 1 g mol/l soluție și notăm

$X' = C_{NaHS} = C_{NaHCO_3}$, atunci, conform ecuației (1), ecuația (2) devine:

$$C_{H_2S(aq)} \cdot (1 - X') = KX'^2 \qquad (3)$$

de unde:

$$C_{H_2S\,(aq)} = K \frac{X'^2}{1 - X'} \qquad (3')$$

Conform legii lui Henry:

$$P_{H_2S(gaz)} = HC_{H_2S(aq)} \qquad (4)$$

unde $P_{H_2S\,(gaz)}$ reprezintă presiunea parțială a hidrogenului sulfurat în faza gazoasă, iar H constanta Henry.

Înlocuind valoarea lui $C_{H_2S\,(aq)}$ din ecuația (3') în ecuația (4) obținem:

$$P_{H_2S(gaz)} = KH \frac{X'^2}{1 - X'} \qquad (5)$$

Făcînd următoarele notații:

$$X = gH_2S/l\ soluție;$$

$$Y = gH_2S/Nm^3\ gaz,$$

ecuația (5) devine:

$$Y = \frac{KH\,1\,000}{55{,}5 \times 22{,}4} \cdot \frac{X^2}{34 - X},$$

adică:

$$Y = 0{,}8\ KH \frac{X^2}{34 - X}. \qquad (6)$$

Notăm: $k = 0{,}8\ KH$, deci:

$$Y = k \frac{X^2}{34 - X}. \qquad (7)$$

Ecuația (7) reprezintă izoterma de absorbție a hidrogenului sulfurat în soluție de carbonat de sodiu. Deoarece literatura de specialitate nu dă expresia matematică a acestei curbe și nici valori determinate experimental, ecuația (7) are caracter de noutate. Folosirea ei însă implică cunoașterea valorii lui k. Pentru aceasta s-a procedat experimental în felul următor:

Într-un vas de sticlă de 5 l prevăzut cu manometru, s-a introdus o fiolă cu o cantitate de soluție care conținea H_2S, NaHS, $NaHCO_3$ și Na_2CO_3, conținutul total de sulf al acesteia fiind cunoscut. S-a închis vasul ermetic și apoi s-a spart fiola. S-a agitat vasul un timp necesar pentru atingerea echilibrului, după care s-a citit presiunea la manometru.

Conform legii gazelor:

$$PV = nRT; \qquad (8)$$

$$P'V = n'RT. \qquad (9)$$

Dacă scădem ecuația (8) din ecuația (9) obținem:

$$V\Delta P = \Delta nRT, \qquad (10)$$

de unde:

$$\Delta n = \frac{V\Delta P}{RT}. \qquad (11)$$

În această ecuație ΔP reprezintă diferența de presiune înainte și după spargerea fiolei, iar Δn este numărul de moli de hidrogen sulfurat în faza gazoasă. Cunoscînd pe Δn putem determina cu ajutorul unui bilanț de materiale conținutul de hidrogen sulfurat în faza lichidă. Datele experimentale obținute la temperatura de 25°C sînt redate în tabela 1.

Tabela 1

X, gH_2S/l soluție	Y gH_2S/Nm^3 gaz	$k = \frac{Y\,(34 - X)}{X^2}$
15,0	23,1	1,943
11,4	10,9	1,89
8,1	4,5	1,78
3,2	0,7	2,11

Fixînd valorile lui X și Y într-un sistem de axe se obține curba *1* din figura 1. Ecuația acestei curbe este dată de relația (7).

În afara calculării și determinării curbei de echilibru amintite, în laborator s-au mai cercetat și efectuat următoarele lucrări:

2) Curba de echilibru de absorbție în soluție de carbonat de sodiu a amestecului de hidrocarburi cu proporții corespunzătoare de hidrogen sulfurat și bioxid de carbon la presiunea de 10 atmosfere.

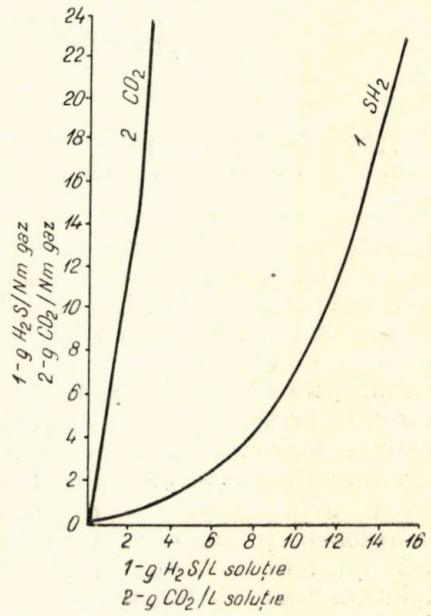


Fig. 1.

3) Curba de echilibru de desorbție a bioxidului de carbon la 100°C și presiunea atmosferică (curba *2* din figura 1).

4) *Curba de echilibru de absorbție în soluție de hidroxid de sodiu* a amestecului de hidrocarburi cu proporții corespunzătoare de etilmercaptan la presiunea atmosferică și la presiunea de la 10 ata.

5) *Curba de echilibru de desorbție a etilmercaptanului* la 110°C și presiunea atmosferică.

După interpretarea teoretică a curbelor de echilibru s-a trecut la elaborarea unei instalații continue de laborator pentru stabilirea și verificarea parametrilor indicați de teorie. În acest scop s-au preparat amestecuri în cantități mari de hidrocarburi ușoare cu proporții corespunzătoare de hidrogen sulfurat, bioxid de carbon și mercaptani. Aceste amestecuri au fost trecute pe rînd prin sistemul de absorbție și desorbție cu carbonat de sodiu, respectiv hidroxid de sodiu (fig. 2).

În ambele desorbții rezultate bune s-au obținut atît cu coloana cu clopoței cît și cu coloana cu umplutură.

Sistemul de laborator cuprinzînd patru coloane în serie, precum și spălătoarele de finisare cu hidroxid de sodiu și cu plumbit de sodiu (acestea s-au folosit în scopul reținerii practic complete a hidrogenului sulfurat, respectiv a mercaptanilor din gaze) a funcționat mai multe zile, permițînd stabilirea parametrilor optimi de lucru ai coloanei.

Din lucrările de laborator a reieșit faptul că chiar la presiunea atmosferică instalația va permite eliminarea practic completă a hidrogenului sulfurat din gaze, iar sulful mercaptanic va putea fi redus la un conținut de circa 5 mg/Nm³ gaz.

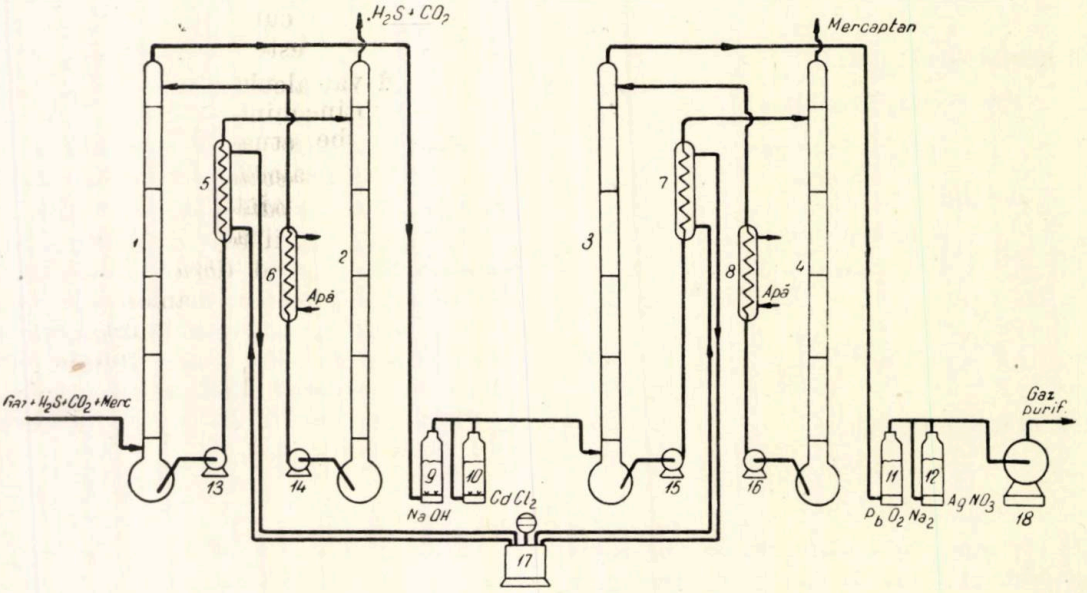


Fig. 2:

1 – coloană absorbant $H_2S + CO_2$; *2* – coloană desorbant $H_2S + CO_2$; *3* – coloană absorbant mercaptan; *4* – coloană desorbant mercaptan; *5* – preîncălzitor; *6* – răcitor; *7* – preîncălzitor; *8* – răcitor; *9* – absente urme H_2S; *10* – analiză H_2S; *11* – absent mercaptan urme; *12* – analiză mercaptan; *13* – pompă sol carbonat; *14* – pompă sol carbonat; *15* – pompă sol NaOH; *16* – pompă sol NaOH; *17* – termostat; *18* – debitmetru.

S-au făcut și încercări orientative cu amestec de fenolat și hidroxid de sodiu ca absorbant pentru mercaptani și cu fenolat de sodiu ca absorbant pentru hidrogen sulfurat și bioxid de carbon.

Rezultatele nefiind sensibil mai favorabile și avînd în vedere prețul redus și disponibilitatea carbonatului și hidroxidului de sodiu, lucrările au fost continuate cu aceștia din urmă.

În timpul experiențelor s-au folosit trei tipuri de coloane, și anume: cu clopoței, cu umplutură din bile de sticlă cu $\varnothing = 6$ mm și cu umplutură din inele Rashig de 10/10 mm.

Rezultatele cele mai bune la absorbție s-au obținut cu inelele Rashig, bilele de sticlă permițînd un debit prea mic, iar coloana cu clopoței făcînd imposibilă absorbția din cauza spumării.

PROIECTAREA INSTALAȚIEI-PILOT DE DESULFURARE ȘI DESCRIEREA FLUXULUI TEHNOLOGIC

Pe baza rezultatelor obținute în laborator și a curbelor de echilibru s-a trecut la proiectarea unei instalații-pilot de desulfurare a gazelor sărace de rafinărie.

Astfel, pentru proiectarea coloanei de absorbție a hidrogenului sulfurat s-a folosit curba de echilibru de absorbție a acestuia în soluție de carbonat de sodiu, iar pentru proiectarea coloanei de stripare a hidrogenului sulfurat s-a folosit curba de echilibru de desorbție a bioxidului de carbon luată din literatura de specialitate pentru temperatura de 100°C. S-a folosit această curbă de absorbție deoarece gazele, pe lîngă hidrogen sulfurat, conțin și cantități apreciabile de bioxid de carbon, care este un

acid mai puternic şi care trebuie eliminat în coloana de stripare a hidrogenului sulfurat pentru a nu se concentra în soluţia de carbonat de sodiu regenerată, deoarece ar scădea capacitatea acesteia de absorbţie (de altfel curba de desorbţie a hidrogenului sulfurat determinată de noi se suprapune practic cu curba de desorbţie a bioxidului de carbon luată din literatura de specialitate).

După proiectarea acestor două coloane s-a trecut la proiectarea sistemului de absorbţie şi desorbţie a mercaptanilor, unde s-au folosit de asemenea curbele de echilibru respective.

Pe baza acestor date de proiectare s-a construit la una din rafinării instalaţia-pilot continuă de desulfurare (fig. 3).

pe la vîrf, încălzindu-se însă în prealabil în preîncălzitorul cu abur *14*.

În coloana *2* are loc desorbţia hidrogenului sulfurat şi a bioxidului de carbon cu ajutorul aburului injectat direct la baza coloanei. Gazele desorbite împreună cu aburul de stripare părăsesc coloana pe la vîrf, fiind refulate în atmosferă printr-o conductă de 2—3 m înălţime.

Soluţia de carbonat de sodiu astfel regenerată reintră în coloana de absorbţie *1*, după ce a trecut în prealabil prin răcitorul cu apă *15*.

După spălarea din vasul *5* gazele sărace, care nu mai conţin practic decît mercaptani, intră la baza coloanei *3*, unde are loc absorbţia acestora într-o soluţie de hidroxid de sodiu (1 000 l/h) de concentraţie 10—15%.

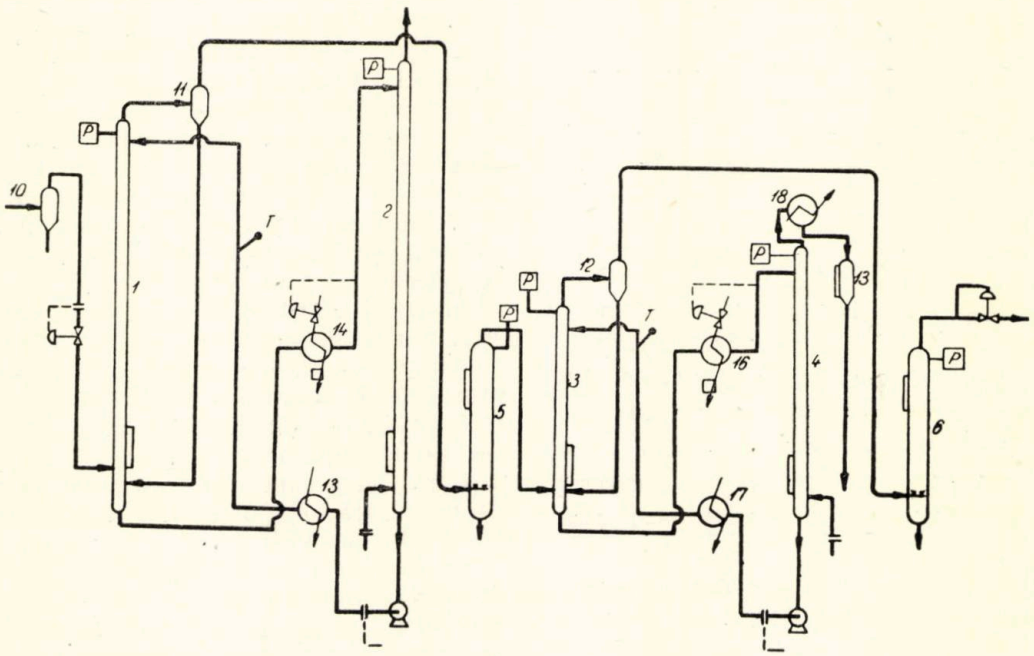


Fig. 3. Schema instalaţiei de desulfurare a gazelor.

Fluxul tehnologic al acestei instalaţii este următorul: gazele sărace (circa 7 000 Nm³/zi), cu presiunea de circa 7—8 ata, conţinînd hidrogen sulfurat, bioxid de carbon şi mercaptani, intră la baza coloanei de absorbţie *1* prin separatorul de condensat *10* şi regulatorul *23*.

În contracurent, gazele întîlnesc în coloană soluţia de carbonat de sodiu (circa 1 200 l/h), care absoarbe hidrogenul sulfurat şi bioxidul de carbon. Gazele practic libere de hidrogen sulfurat şi bioxid de carbon părăsesc coloana *1* prin vîrf, trec prin separatorul de condensat *11* şi intră apoi în vasul de spălare cu soluţie de hidroxid de sodiu *5*, unde are loc reţinerea completă a hidrogenului sulfurat şi a bioxidului de carbon.

Soluţia de carbonat de sodiu din baza coloanei *1*, îmbogăţită în hidrogen sulfurat şi bioxid de carbon, intră în coloana de desorbţie *2*

Gazele libere de mercaptani părăsesc coloana *3* pe la vîrf, îndreptîndu-se spre separatorul de condensat *12*, iar apoi spre vasul spălător cu plumbit de sodiu *6*, unde are loc reţinerea practic completă a mercaptanilor.

Soluţia de hidroxid de sodiu, care este îmbogăţită cu mercaptanii absorbiţi în coloana *3*, trece în coloana de desorbţie *4*, încălzindu-se în prealabil în preîncălzitorul cu abur *16*.

În această coloană au loc desorbţia mercaptanilor cu abur injectat direct la baza coloanei şi în acelaşi timp regenerarea soluţiei de hidroxid de sodiu. Aceasta din urmă părăseşte coloana *4* prin bază, fiind trimisă apoi la vîrful coloanei de absorbţie *3*, după ce în prealabli a fost trecută prin răcitorul cu apă *17*. Mercaptanii desorbiţi şi aburul de stripare părăsesc coloana prin vîrf, fiind apoi condensaţi în condensatorul *18* şi acumulaţi în vasul *13*, unde are loc şi separarea lor de apa care este evacuată la canal.

PILOTAREA INSTALAȚIEI DE DESULFURARE

1) Sistemul de absorbție-desorbție a hidrogenului sulfurat. În timpul pilotării s-au cercetat următorii parametri ai procesului de absorbție și desorbție a hidrogenului sulfurat: viteza gazelor în coloana de absorbție; rația absorbant/gaz în aceeași coloană; rația abur/absorbant în coloana de desorbție. Rezultatele obținute sînt arătate în tabela 1.

Din această tabelă se desprinde concluzia că o viteză liniară de circa 0,17 m/s și o rație de absorbant de 4,5 l/Nm³ gaz duc la randamente de extracții de hidrogen sulfurat de peste 98%.

Tabela 2

Nr. crt.	Alimentare gaze Nm³/h	Presiunea de regim ata	Viteza gazelor în coloană, m/s	Debitul soluției de carbonat de sodiu, m³/h	Concentrația soluției de carbonat de sodiu, % g	Debitul abur saturat (8 at), kg/h	H_2S în gaze la intrare, g/Nm³	H_2S în gaze la ieșire din abs, g/Nm³	Randamentul %
1	249	8,5	0,18	1,64	6	130	21,45	0,388	98,3
2	192	8,5	0,14	1,12	6	197	13,413	0,253	98,2
3	315	7	0,28	1,15	5	190	0,742	0,0963	87
4	147	8	0,12	0,90	5	190	41,4	1,039	97,6
5	216	8	0,17	0,90	5	225	39,5	8,46	78,5
6	216	8	0,17	1,12	12	225	40,64	0,346	99,4
7	209	8	0,16	1,12	12	240	13,83	0,122	99,2

În ceea ce privește desorbția hidrogenului sulfurat, aceasta se efectuează cu un consum de circa 20% abur față de soluția de carbonat de sodiu. Aceste valori pot servi ca parametri de proiectare pentru instalația industrială de desulfurare.

2) Sistemul de absorbție-desorbție a mercaptanilor. Datorită faptului că concentrația mercaptanilor din gazele sărace este destul de mică (0,1—0,3 g sulf mercaptanic/Nm³ gaz), problema recuperării lor devine neimportantă și chiar imposibilă, avîndu-se în vedere solubilitatea lor în apă. Acest lucru a fost dovedit și în cadrul pilotului de desulfurare, unde operația de desorbție nu a dus la recuperarea mercaptanilor, deoarece aceștia se solubilizau în apa provenită din aburul de stripare.

În ceea ce privește conținutul de mercaptani în gazele din vîrful coloanei de absorbție cu hidroxid de sodiu, analiza efectuată nu l-a putut detecta chiar fără spălare de finisare cu plumbit de sodiu. Rația de absorbant în acest caz poate fi luată ca maxim 3 l/Nm³ gaz și minim 2 l/Nm³ gaz pentru soluție de hidroxid de sodiu de concentrație 10—15%, iar consumul de abur de 10—15% față de absorbant. Menționăm de asemenea că aceste cifre pot fi luate drept parametri de proiectare pentru instalația industrială de desulfurare.

CONCLUZII

1. S-a determinat experimental curba de echilibru de absorbție a hidrogenului sulfurat în soluție de carbonat de sodiu de concentrație 10% și s-a stabilit expresia matematică a acestei curbe. Acest lucru reprezintă o noutate, deoarece literatura de specialitate nu furnizează date referitoare la absorbția sus-amintită.

2. Pe baza curbei de desorbție a hidrogenului sulfurat și bioxidului de carbon a reieșit că stripare se poate face chiar la presiunea atmosferică, fără un consum exagerat de abur.

3. S-a realizat în laborator un proces unic și continuu de absorbție și stripare succesivă a hidrogenului sulfurat, bioxidului de carbon și mercaptanilor, obținînd practic completa absorbție și eliminarea lor.

4. Pe baza lucrărilor amintite s-a elaborat proiectul tehnologic al unei instalații-pilot continue de desulfurare.

5. După ce a fost construit la una din rafinării, pilotul a fost pus în funcțiune, verificîndu-se astfel datele de laborator și stabilindu-se totodată parametrii necesari construirii unei instalații industriale de desulfurare de mare capacitate.

BIBLIOGRAFIE

[1] Cogan, V. *Professî i apparatî neftehimiceskoi tehnologhii.* Gostoptehizdat, Leningrad, 1963.

[2] Casathin, A. G. *Procese și aparate principale în tehnologia chimică.* Editura tehnică, București, 1953 (traduceri din limba rusă).

[3] Sherwood Thomas and Pigford Robert L. *Absorbtion and extraction.* New York, Toronto, London Mcgraw- Hill Book Company, inc. 1952.

[4] Kohl and Roesenfeld. *Gas purification,* New York, Toronto, London, Mcgraw- Hill Company, inc. 1960.

D. GRIGORIU, V. SCHORR
M. CEIANU, M. ILEA,
L. MĂZĂREANU, S. DESPA
şi AL. PLATON

Extracţia cu bioxid de sulf lichid a petrolurilor primare şi de cocsare întîrziată provenite din ţiţei de Nahorkatya

Una dintre problemele frecvente cu care se ocupă ingineria chimică este separarea componenţilor sau grupelor de componenţi dintr-o soluţie. În industria prelucrătoare de ţiţei, separarea prin fracţionare, ca urmare a volatilităţii diferite a componenţilor, era şi este unul dintre procedeele cele mai răspîndite. În ultimul timp, însă, au început să apară din ce în ce mai des probleme legate de separarea componenţilor cu puncte de fierbere practic egale. După cum se ştie, extracţia lichid—lichid este un procedeu bazat pe diferenţe de solubilitate a componenţilor care trebuie separaţi faţă de-al treilea component numit solvent. De fapt este vorba de redistribuţia unuia din componenţii materiei prime între celălalt component şi solvent.

Pentru uşurinţa studierii fenomenelor de solventare şi posibilităţii atît de a urmări grafic procesul de extracţie cît şi de a efectua unele calcule tehnologice comode, s-a recurs la reprezentarea grafică a procesului. Cea mai frecventă reprezentare a echilibrului de faze lichid—lichid este cea în diagramă triunghiulară. Deoarece în lucrarea de faţă s-a utilizat această reprezentare, în continuare se vor recapitula pe scurt unele dintre aspectele mai importante ale diagramelor triunghiulare. Sistemele care se reprezintă se compun din cei doi componenţi A şi N, care urmează a fi separaţi şi din solventul S. O diagramă de echilibru de faze într-un sistem de trei componenţi se poate realiza fie analitic, fie sintetic. Dacă la amestecul de componenţi A plus N (punctul D din fig. 1) se adaugă treptat solventul S, la început acest solvent se dizolvă complet în amestecul iniţial, iar apoi sistemul începe să separe în două faze lichide (de exemplu un amestec într-o compoziţie similară cu aceea reprezentată în fig. 1 prin punctul N va separa în două faze cu compoziţiile reprezentate de punctele R şi E). Adăugarea de cantităţi variabile de solvent la un amestec dat de componenţi A şi N definit prin punctul D se exprimă în diagramă prin deplasarea de-a lungul liniei DS de la D spre S. Orice punct al acestei linii reprezintă un raport constant între componenţii A şi N din amestec. Curba care uneşte totalitatea fazelor în echilibru ($GRFEH$) se numeşte curbă binodală, iar linia care uneşte fazele în echilibru (RME) se numeşte conodă. Faza reprezentată prin punctul R conţine în majoritate componentul N şi în cantităţi relativ mici componenţii A şi S. Această fază se denumeşte uzual soluţie de rafinat. Soluţia de extract (punctul E) conţine în majoritate componenţii S şi A.

După cum se poate observa, prin mărirea raţiei de solvent se pot obţine rafinate cu conţinuturi foarte reduse de component A, în timp ce concentraţia maximă în extract a componentului A este limitată de temperatură.

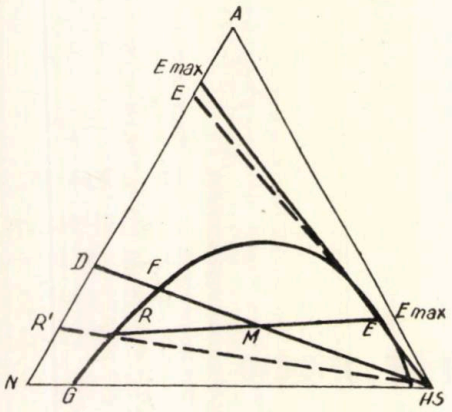


Fig. 1. Curba binodală.

Această concentraţie maximă la o temperatură dată se poate afla ducînd din punctul S o tangentă la curba binodală (linia SE_{max} E'_{max}).

Interpretarea datelor obţinute cu un sistem ternar permite să se tragă concluzii destul de exacte ale diverselor aspecte legate de procesul de extracţie. În cazul în care nu se poate determina conţinutul exact din fiecare component într-o fază, se recurge la utilizarea în coordonatele diagramei ternare a diverselor constante fizico-chimice (indice de refracţie, densitate etc.). Această metodă este în special aplicată în cazul studiilor echilibrului de fază lichid—lichid la amestecuri complexe, cum sînt cele întîlnite în tehnologia ţiţeiului. Este de la sine înţeles că cu cît materia primă are o structură mai complexă cu atît informaţiile care se obţin din diagrama triunghiulară sînt mai puţin exacte.

Solventarea petrolului cu bioxid de sulf lichid, deşi reprezintă cel mai vechi proces de extracţie, are şi în prezent o importanţă deosebită. Prin solventarea petrolului se îndepărtează pe de o parte hidrocarburile aromatice cu proaste proprietăţi de ardere în lampă sau în motoarele cu reacţie, iar pe de altă parte se pot obţine concentrate de hidrocarburi aromatice utilizate ca solvenţi sau drept componenţi pentru combustibilii octanici.

Pentru a putea reprezenta grafic echilibrul de faze la solventarea petrolului cu SO_2 lichid, în scopul obţinerii de informaţii cît mai complete despre proces, s-a constatat că petrolul poate fi considerat ca fiind format din hidrocarburi aromatice şi nearomatice. Evident că această simplificare, necesară însă pentru reprezentarea grafică a sistemului, aduce după sine o serie de inexactităţi, deoarece în realitate petrolurile sînt formate dintr-o foarte mare diversitate de hidrocarburi (parafine, naftene, alchilnaftene, aromatice mono- şi biciclice, naftenoaromatice—acestea din urmă în majoritate alchilate). S-a constatat că în cazul petrolurilor există o variaţie practic liniară a densităţii cu conţinutul de hidrocarburi aromatice. Avînd în vedere că utilizarea aromaticelor şi nearomaticelor în diagramă ternară implică deja o inexactitate, utilizarea densităţii, care este o metodă de analiză mai rapidă, nu introduce o eroare sensibil mai mare. Ca atare în lucrarea de faţă drept coordonate pentru diagrama ternară se vor utiliza atît procentul greutate din fiecare component, cît şi densitatea împreună cu procentul greutate de solvent în fază.

Procesul de extracţie a petrolurilor cu bioxid de sulf se poate reprezenta grafic în diagrame triunghiulare, similare cu aceea din figura 1. Astfel, componentul S reprezintă bioxidul de sulf (solventul), A aromaticele, iar N nearomaticele. După cum se poate observa, bioxidul de sulf este parţial miscibil cu nearomaticele (punctul G şi H reprezentînd solubilităţile reciproce) restul perechilor de componenţi (A şi N, S şi A) fiind complet miscibili. În cele ce urmează, după ce se va discuta despre selectivitatea bioxidului de sulf, se vor arăta rezultatele experimentale obţinute la extracţia cu acest solvent a petrolurilor provenite din ţiţei de Nahorkatya.

Selectivitatea este prima şi cea mai importantă proprietate care se studiază în alegerea solventului şi reprezintă capacitatea acestuia de a extrage un component (sau o grupă de componenţi) din soluţie, în detrimentul celuilalt. Cea mai uzuală şi rapidă formă de a exprima cantitativ selectivitatea solventului este aceea de a reprezenta într-o diagramă concentraţia componentului care se distribuie (în cazul acesta aromaticele) în soluţia de extract faţă de concentraţia aceluiaşi component în soluţia de rafinat la echilibru. Se obţine astfel o curbă, care cu cît este mai depărtată de diagonală de 45° a figurii cu atît arată că în condiţiile respective de extracţie solventul este mai selectiv. Pentru exemplificare, în tabelele 1 şi 2 se redau datele obţinute la extracţia unui petrol din ţiţei de Nahorkatya în laborator, discontinuu, la temperaturile de -12°C, respectiv -20°C. Curbele binodale corespunzătoare sînt redate în figura 2, iar în figura 3 se reprezintă variaţia concentraţiei aromaticelor în extract faţă de concentraţia aceloraşi hidrocarburi în rafinat.

Din această figură se poate uşor constata că solventul în general are o selectivitate ridicată, care creşte o dată cu scăderea temperaturii.

Ca şi în cazul echilibrului lichid—lichid, se poate determina valoarea numerică a selectivităţii numită aici β, care se calculează în acelaşi fel ca şi volatilitatea relativă în procesele de distilare.

Tabela 1

SOLVENTAREA CU SO_2 ÎN LABORATOR A UNUI PETROL DIN ȚIȚEI DE NAHORKATYA (LIMITE DE FIERBERE 230—270°C)
Rezultate obținute la —12°C

Rație SO_2/petrol (greutate)	Soluție rafinat			Soluție extract			Conținut de aromatice, % gr.		$\frac{X_{AE}}{X_{AR}}$	$\frac{X_{NR}}{X_{NE}}$	Selectivitate, β
	% gr. SO_2	% gr. aromatice	% gr. nearomatice	% gr. SO_2	% gr. aromatice	% gr. nearomatice	rafinat	extract			
1/1	16,5	20,6	62,9	72,7	23,5	3,8	24,7	86,1	1,14	16,55	18,85
1,5/1	14,5	17,6	67,9	78,0	19,3	2,7	20,6	87,6	1,10	25,15	27,67
2/1	11,8	14,7	73,5	83,3	14,9	1,8	16,6	89,1	1,01	40,85	41,3
3/1	10,2	12,0	77,8	87,7	10,8	1,5	13,3	88,0	0,90	51,80	45,6
4/1	8,8	10,9	80,3	90,2	8,5	1,3	12,0	87,2	0,78	61,75	48,15
9/1	8,0	6,9	85,1	94,9	4,2	0,9	7,5	85,2	0,61	94,50	57,6

Tabela 2

SOLVENTAREA CU SO_2 ÎN LABORATOR A UNUI PETROL DIN ȚIȚEI DE NAHORKATYA (LIMITE DE FIERBERE 230—270°C)
Rezultate obținute la —20°C

Rație SO_2/petrol (greutate)	Soluție rafinat			Soluție extract			Conținut de aromatice, % gr.		$\frac{X_{AE}}{X_{AR}}$	$\frac{X_{NR}}{X_{NE}}$	Selectivitate, β
	% gr. SO_2	% gr. aromatice	% gr. nearomatice	% gr. SO_2	% gr. aromatice	% gr. nearomatice	rafinat	extract			
1/1	14,0	20,2	65,8	73,3	24,9	1,8	23,7	93,3	1,230	36,6	45,0
1,5/1	11,8	16,0	72,2	79,3	19,6	1,1	18,1	94,5	1,223	65,7	80,5
2/1	11,0	14,0	75,0	83,5	15,6	0,9	15,7	94,4	1,114	83,3	92,9
3/1	9,5	11,8	78,7	87,9	11,4	0,7	13,0	94,0	0,966	113,3	108,7
4/1	8,0	10,3	81,7	90,6	8,8	0,6	11,2	93,5	0,854	136,2	116,4
9/1	7,0	6,1	86,9	95,2	4,4	0,4	6,5	92,0	0,722	217,0	156,8

Selectivitatea se poate defini astfel:

$$\beta = \frac{X_{AE}}{X_{AR}} \cdot \frac{X_{NR}}{X_{NE}}$$

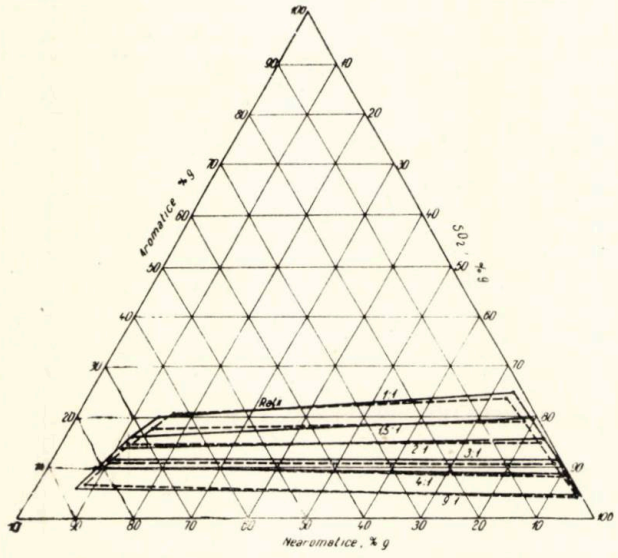


Fig. 2. Curba binodală a unui petrol din țiței de Nahorkatya:
– – –[12°C; ——— 20°C.

în care:

X_{AE} reprezintă concentrația aromaticelor în soluția de extract;

X_{AR} — concentrația aromaticelor în soluția de rafinat;

X_{NE} — concentrația nearomaticelor în soluția de extract;

X_{NR} — concentrația nearomaticelor în soluția de rafinat.

Concentrațiile de mai sus sînt cele din soluțiile de echilibru.

Importanța unei bune selectivități în cazul extracției este similară cu aceea a volatilității pentru distilare. Cu cît valoarea selectivității

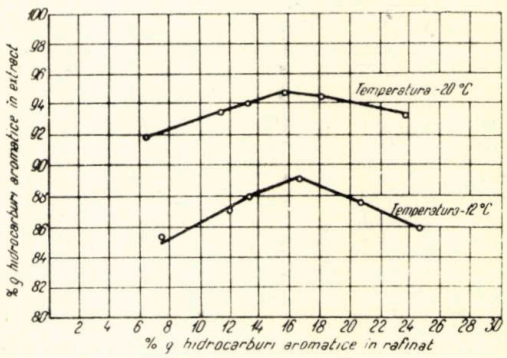


Fig. 3. Diagrama selectivității pentru sistemul SO_2—petrol.

depășește unitatea cu atît procesul este mai avantajos (număr redus de stagii teoretice, echipament în general redus și cost de operare redus). Dacă $\beta = 1$ separarea este imposibilă. După cum reiese din figura 4, ca în marea majoritate a cazurilor, selectivitatea variază apreciabil cu concentrația.

Valorile ridicate ale selectivității denotă faptul că bioxidul de sulf este unul dintre solvenții avantajos de folosit. O dată cu scăderea temperaturii de extracție selectivitatea crește. Pragul inferior al acestei temperaturi este dictat pe de o parte de temperatura de congelare a

rafinatului, iar pe de altă parte de considerente economice.

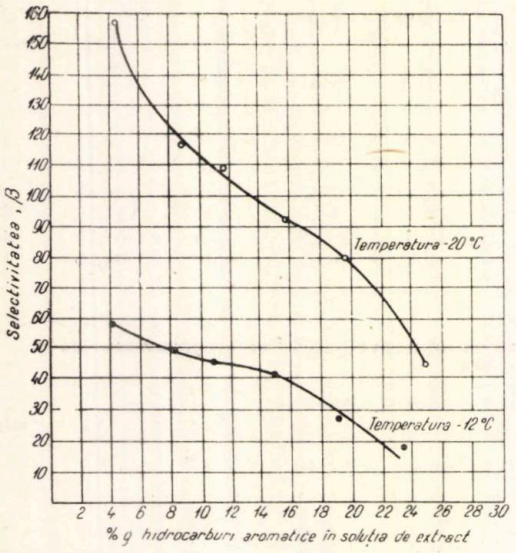


Fig. 4. Variația selectivității în funcție de concentrație.

Este interesant de remarcat faptul că sistemul prezentat (SO_2 — petrol din țiței de Nahorkatya) este solutropic panta conodelor variind de la valori pozitive la valori negative (fig. 2). Acest fapt este și mai bine reliefat de variația coeficientului de distribuție m definit astfel:

$$m = \frac{X_{AE}}{X_{AR}}.$$

Aceasta variază de la valori supraunitare la valori subunitare (tabela 1 și 2).

*

Cracarea la cocs a păcurii din țiței de Nahorkatya a avut, printre altele, scopul de a se studia sub acest aspect cantitativ și calitativ o distribuție optimă a produselor lichide rezultate din proces. S-a urmărit îndeosebi găsirea condițiilor de lucru care să favorizeze randamente mai mari de fracțiuni medii, în special petroluri. Acestea împreună cu cele de distilare primară au constituit obiectul studiilor de solventare cu bioxid de sulf, prezentate în lucrarea de față.

Tabela 3

SOLVENTAREA CU SO_2 ÎN LABORATOR A UNUI PETROL UȘOR DE DISTILARE ATMOSFERICĂ (D.A.)

Materia primă

Densitatea la 20°C (d_4^{20}): 0,8294													
Inflamabilitate AP, °C 38													
Fumegare, mm 14													
Aromatice, % gr. 40													
% vol.	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95	98	
Distilare, °C	145	163	170	177,5	185	193	201	208,5	218	228	238,5	249	

Rezultate obținute la — 12°C

Rație SO_2/petrol (greutate)	Conținut de SO_2, % gr.		Rafinat		Extract		Randament rafinat, % gr.		Diferența dintre randamentul calculat și măsurat	Pierderi, % gr.
	în soluția rafinat	în soluția extract	d_4^{20}	fumegare, mm	d_4^{20} determ.	d_4^{20} calcul.	măsurat	calculat din densitate		
1/1	33,0	65,8	0,8160	17	0,8682	0,8604	68,6	73,0	4,4	3,1
1,5/1	23,4	77,6	0,8063	20	0,8759	0,8705	62,2	64,2	2,0	3,2
2/1	19,8	81,9	0,8021	22,5	0,8791	0,8724	59,1	62,5	3,4	2,2
3/1	15,1	86,6	0,7979	26	0,8790	0,8720	55,2	58,7	3,5	2,7
4/1	12,5	89,4	0,7965	28	0,8753	0,8707	53,4	56,0	2,6	2,7
9/1	10,5	94,4	0,7930	30	0,8703	0,8637	46,3	52,6	4,3	4,0

Tabela 4

SOLVENTAREA CU SO_2 ÎN LABORATOR A UNUI PETROL UȘOR DE DISTILARE ATMOSFERICĂ (D. A.)

Materia primă

Densitate la 20°C, (d_4^{20}) 0,8301													
Inflamabilitate AP, °C 38													
Fumegare, mm 14													
Aromatice, % gr. 40													
% vol.	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95	98	
Distilare, °C	145	163	170	177,5	185	193	201	208,5	218	228	238,5	249	

Rezultate obținute la — 20° C

Rație SO_2/petrol (greutate)	Conținut de SO_2, % gr.		Rafinat		Extract		Randament rafinat, % gr.		Diferența dintre randamentul calculat și măsurat	Pierderi, % gr.
	în soluția rafinat	în soluția extract	d_4^{20}	fumegare, mm	d_4^{20} determ.	d_4^{20} calcul.	măsurat	calculat din densitate		
1/1	22,0	72,2	0,8117	19	0,8771	0,8739	68,8	70,4	1,6	1,8
1,5/1	15,0	79,8	0,8041	22	0,8862	0,8835	65,1	66,0	0,9	1,1
2/1	14,0	83,6	0,8012	25	0,8844	0,8811	61,6	63,0	1,4	2,7
3/1	13,0	87,6	0,7973	28	0,8826	0,8782	57,1	59,0	1,9	3,0
4/1	12,5	90,2	0,7953	30	0,8816	0,8762	54,6	57,2	2,6	4,1
9/1	11,2	95,0	0,7929	32	0,8790	0,8755	52,5	53,2	0,7	2,7

Tabela 5

SOLVENTAREA CU SO_2 ÎN LABORATOR A UNUI PETROL GREU DE DISTILARE ATMOSFERICĂ (D. A.)

Materia primă:

Densitatea la 20 °C (d_4^{20})	0,8492											
Inflamabilitatea AP, °C	41											
Fumegare, mm	12											
Aromatice, % gr.	41											
% vol.	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95	98
Distilare, °C	142	163	175	193	214	236	255	264	275	289	298	300

Rezultate obținute la — 12° C

Raţie SO_2/petrol (greutate)	Conţinut de SO_2, % gr.		Rafinat		Extract		Randament rafinat, % gr.		Diferenţa dintre randamentul calculat şi măsurat	Pierderi, % gr.
	în soluţia de rafinat	în soluţia de extract	d_4^{20}	fumegare, mm	d_4^{20} determ.	d_4^{20} calcul.	măsurat	calculat din densitate		
1/1	21,0	72,0	0,8273	16,5	0,9068	0,9003	68,2	70,5	2,4	1,7
1,5/1	17,6	78,7	0,8210	20,0	0,9103	0,9028	63,2	66,4	3,2	1,9
2/1	15,4	83,0	0,8174	22,5	0,9107	0,9050	61,3	64,2	2,9	0,7
3/1	13,0	87,5	0,8124	25,0	0,9107	0,9069	58,4	60,0	1,6	1,2
4/1	11,5	90,1	0,8100	27,0	0,9092	0,9067	56,8	57,7	0,9	1,1
9/1	9,5	94,3	0,8058	32,0	0,9033	0,8998	51,1	52,7	1,6	1,1

Tabela 6

SOLVENTAREA CU SO_2 ÎN LABORATOR A UNUI PETROL UŞOR DE COCSARE ÎNTÎRZIATĂ

Materia primă

Densitatea la 20°C (d_4^{20})	0,7910												
Inflamabilitate AP, °C	48												
Fumegare, mm	24												
Aromatice, % gr.	22												
% vol.	0	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95	98
Distilare, °C	160	166	170	174	177	184	190	195	202	208	217	225	233

Rezultate obținute la — 12°C

Raţie SO_2/petrol (greutate)	Conţinut de SO_2, % gr.		Rafinat		Extract	Rand. rafinat % gr.		Diferenţa dintre rand. calc. şi măsurat	Pierderi, % gr.
	în faza rafinat	în faza extract	d_4^{20}	fumegare, mm	d_4^{20} determinat	măsurat	calculat din densitate		
0,5/1	22,0	83,0	0,7864	25	0,8700	95,5	93,9	−1,6	1,6
1/1	19,5	86,0	0,7805	29	0,8636	87,2	86,2	−1,2	1,2
2/1	16,5	90,5	0,7753	34	0,8545	80,6	78,6	−2	2,3
3/1	15,0	92,6	0,7727	36	0,8510	77,2	75,0	−2,2	2,0
4/1	14,0	93,8	0,7715	37	0,8476	74,4	72,5	−1,9	2,1
9/1	9,7	96,0	0,7685	42	0,8303	63,3	61,6	−1,7	2,0

Tabela 7

SOLVENTAREA CU SO_2 ÎN LABORATOR A UNUI PETROL GREU DE COCSARE ÎNTÎRZIATĂ

Materia primă

Densitatea la 20 °C	0,8455												
Inflamabilitate MP, °C	100												
Fumegare, mm	13												
Aromatice, % gr.	31												
% vol.	0	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95	98
Distilare °C	238	244	246	248	250	252	254	257	259	262	268	273	278

Rezultate obținute la — 12° C

Raţie SO_2/petrol (greutate)	Conţinut de SO_2, % gr.		Rafinat		Extract	Randamentul rafinat, % gr.		Diferenţa dintre randamentul măsurat şi calculat	Pierderi, % gr.
	în soluţia de rafinat	în soluţia de extract	d_4^{20}	fumegare, mm	d_4^{20} determinat	măsurat	calculat din densitate		
0,5/1	18,0	75,3	0,8340	17	0,9440	90,0	88,5	−1,5	0,5
1/1	15,0	81,0	0,8214	21,5	0,9533	80,0	79,2	−0,8	1,3
1,5/1	13,2	85,7	0,8161	24	0,9550	77,0	76,5	−0,5	1,0
2/1	12,0	88,4	0,8129	25	0,9538	75,0	74,0	−1,0	1,2
3/1	11,0	91,4	0,8097	27	0,9508	72,6	71,5	−1,1	1,1
4/1	10,5	93,1	0,8076	30	0,9483	71,0	69,8	−1,2	1,3
9/1	9,8	96,5	0,8058	36	0,9380	67,5	66,7	−0,8	1,5

În vederea cunoașterii mai amănunțite a calității și cantității de produse care se pot obține prin extracția petrolurilor de distilare primară și de cocsare întîrziată provenite din țițeiul d Nahorkatya (în tabelele 3, 4, 5, 6 și 7 și fig 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13) se prezintă rezul

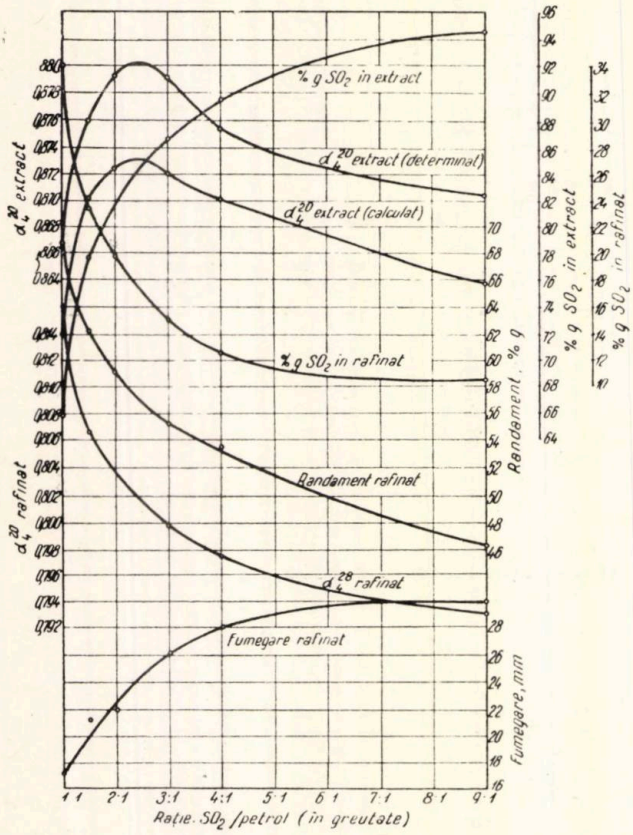


Fig. 5. Reprezentarea grafică a datelor din tabela 3.

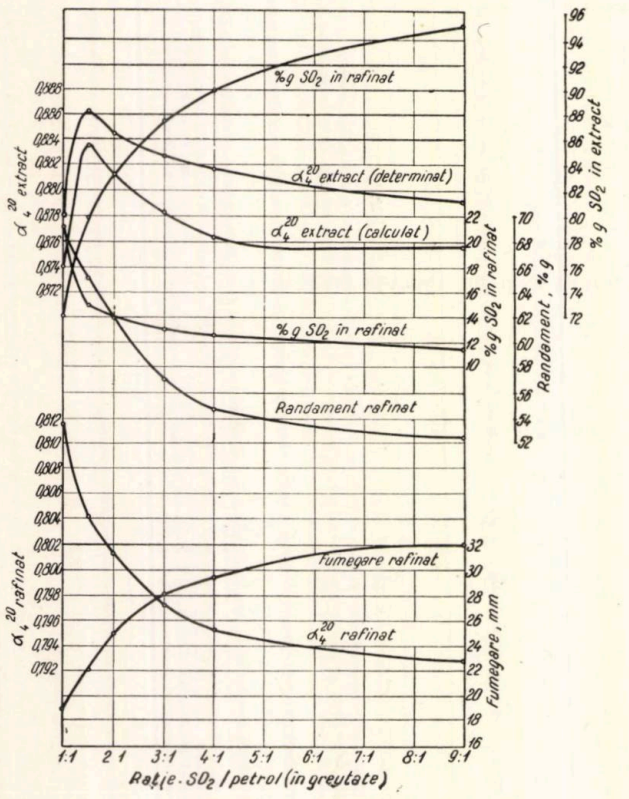


Fig. 6. Reprezentarea grafică a datelor din tabela 4.

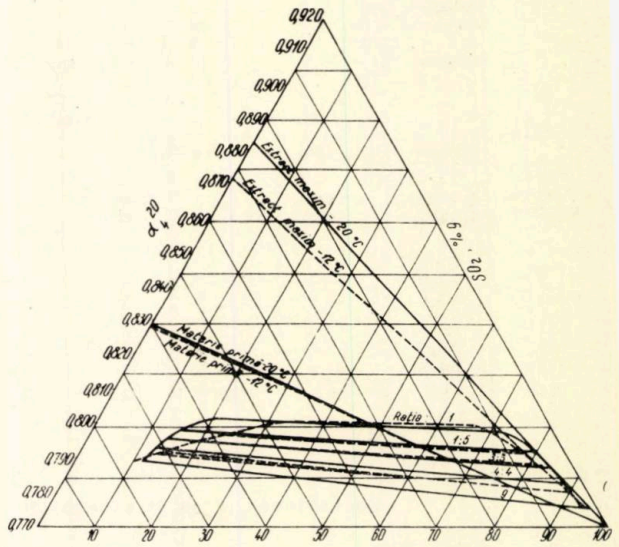


Fig. 7. Curba binodală a fracțiunii de petrol ușor D.A. obținut în instalația-pilot (tabela 3 și 4):
– – – 20°C; —— 12°C.

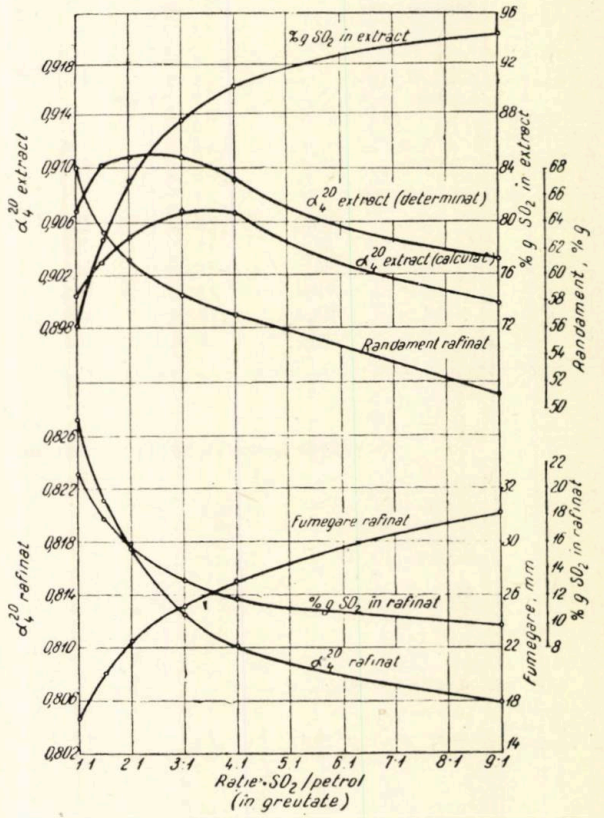


Fig. 8. Reprezentarea grafică a datelor din tabela 5.

tatele obținute la solventarea acestora în laborator, discontinuu cu bioxid de sulf lichid.

Din tabele se poate constata că între randamentul măsurat și cel calculat din densitate

există oarecare diferențe, care sînt cu atît mai mari cu cît petrolul este mai ușor și cu cît rația de solvent folosită este mai mare. Din încercările de laborator și pilot efectuate s-a

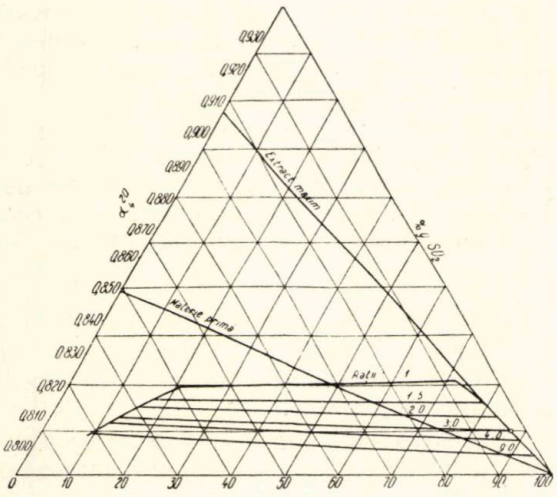


Fig. 9. Curba binodală a unui petrol greu de distilare atmosferică (tabela 5).

constatat că densitatea extractului este mai mare decît cea reală, ca urmare a faptului că la eliminarea solventului în laborator din soluțiile de extract o dată cu bioxidul de sulf se antrenează și părți ușoare de petrol.

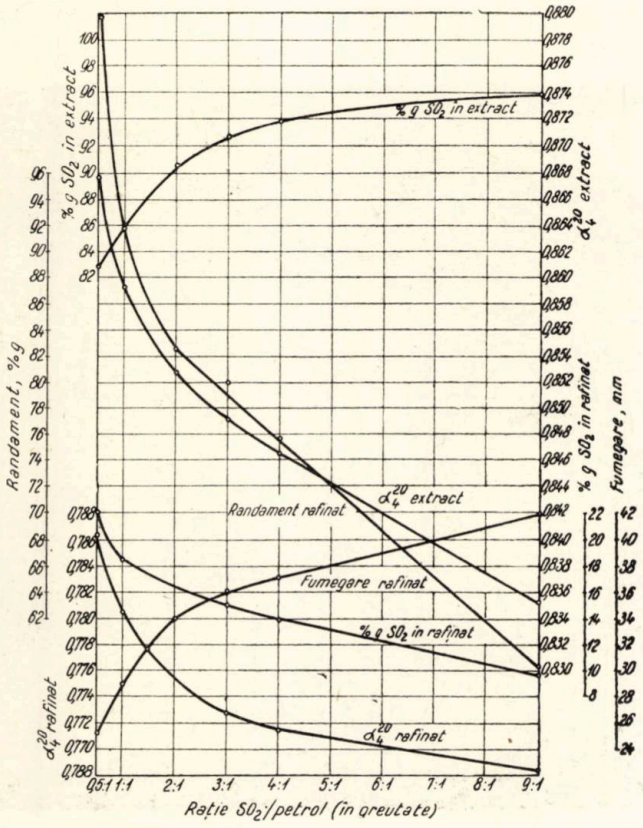


Fig. 10. Reprezentarea grafică a datelor din tabela 6.

Ca atare, acolo unde a fost cazul, s-a calculat densitatea extractului și s-a trecut în tabele într-o rubrică separată.

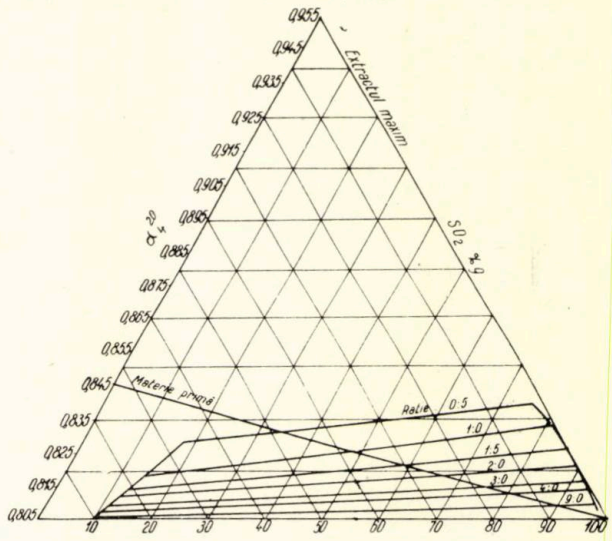


Fig. 11. Curba binodală a fracțiunii de petrol ușor de cocsare (tabela 6).

Urmărind figurile 5, 6, 7, 8, 10 și 12, care reprezintă variația cantității și calității produselor în funcție de condițiile de extracție, se constată următoarele:

1. Prin mărirea rației de solvent, conținutul de bioxid de sulf din soluția de rafinat scade,

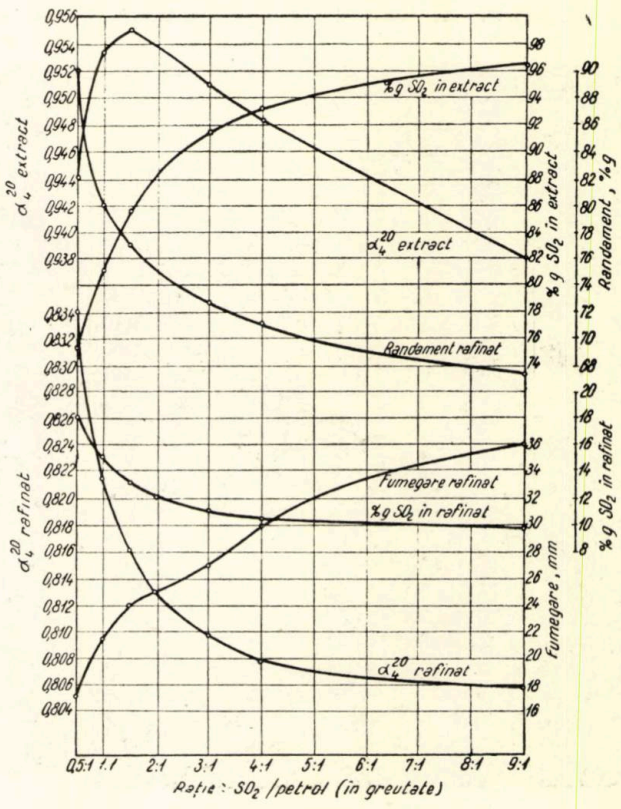


Fig. 12. Reprezentarea grafică a datelor din tabela 7.

iar din soluția de extract crește; densitatea (respectiv conținutul de hidrocarburi aromatice) rafinatului scade, iar a extractului la început crește, trece printr-un maxim și apoi scade;

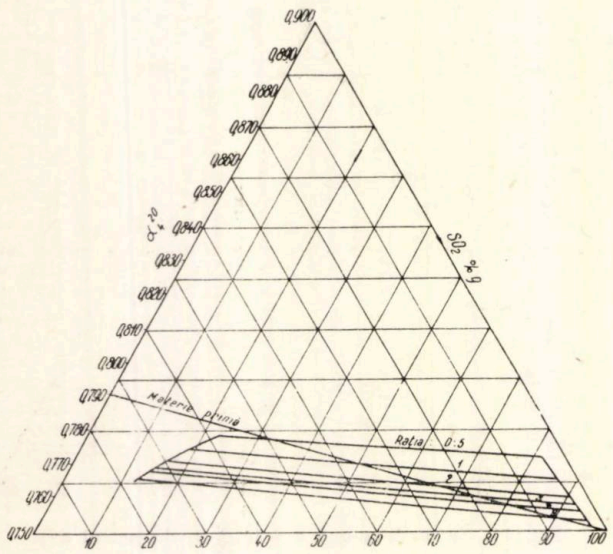


Fig. 13. Curba binodală a fracțiunii de petrol greu de cocsare (tabela 7).

fumegarea rafinatului crește; randamentul de rafinat scade, iar cel de extract crește. Atrage atenția faptul că la petrolul ușor de cocsare întîrziată densitatea extractului scade continuu. Aceasta se explică prin conținutul scăzut în aromatice al acestui petrol (fumegare foarte ridicată), ceea ce face ca la extracții chiar cu rații foarte mici de solvent să nu se atingă extractul maxim.

2. Prin scăderea temperaturii de extracție conținutul de bioxid de sulf din soluția de rafinat scade, iar din soluția de extract crește; densitatea rafinatului scade, iar a extractului crește (fumegarea rafinatului crește; randamentul de rafinat crește, iar cel de extract scade).

După cum s-a arătat încă de la începutul lucrării, extracțiile de laborator reprezintă un mijloc expeditiv de a obține informații despre procesul de extracție în cocurent sau contracurent, în vederea obținerii produselor dorite.

*

Lucrarea de față a fost efectuată în cadrul Institutului „Petrochim"-Ploiești și a constituit etapa preliminară a unor studii efectuate într-o instalație-pilot.

Pe această cale autorii mulțumesc Institutului „Petrochim", pentru permisiunea de a publica acest material.

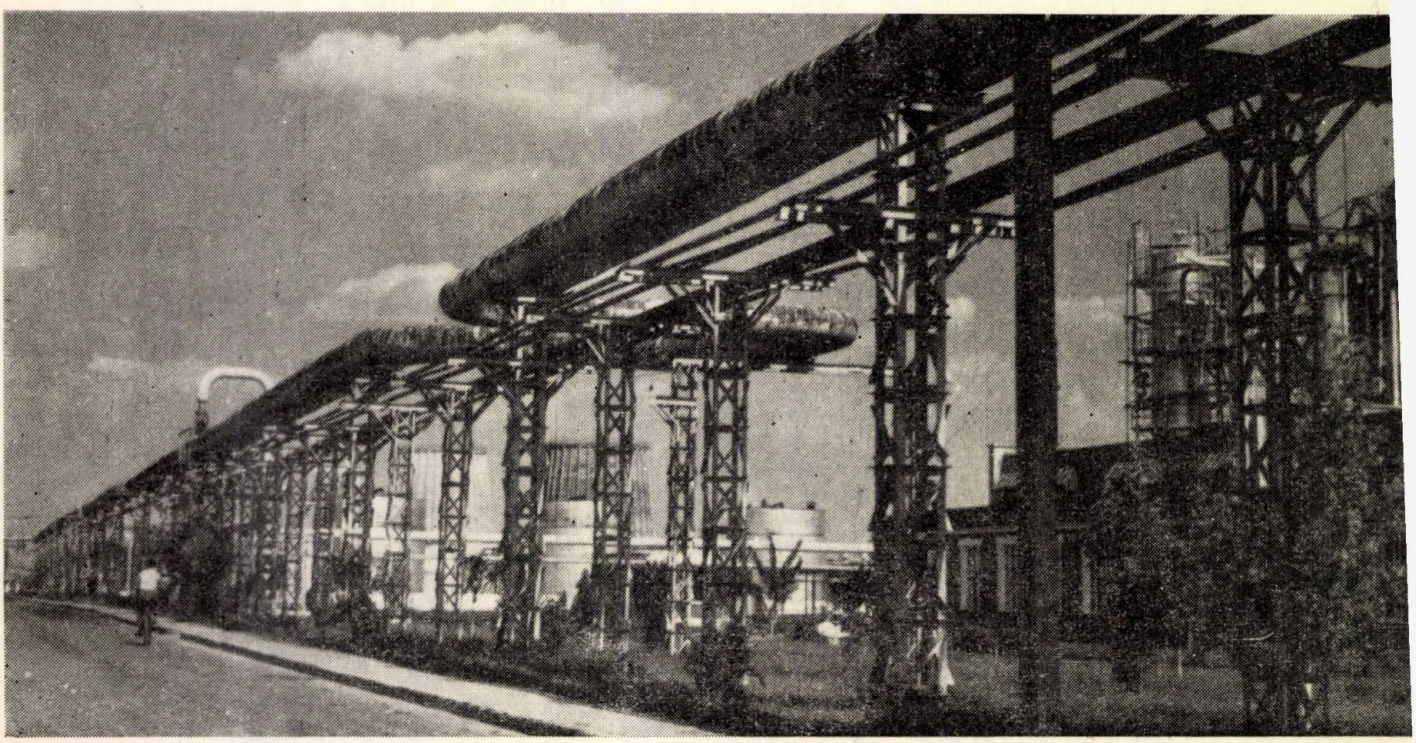
BIBLIOGRAFIE

[1] Alders, L. *Liquid-liquid extraction. Theory and laboratory experiments.* Elsevier Publishing Co. New York, 1959.

[2] Gurvitch, V. L., Sosnowskii, N. P. *Selektivnie ratvoriteli v pererabotke nefti.* Gostoptehizdat, Moskva, 1953.

[4] Treybal. *Liquid extraction.* Mc Graw-Hill, New York 1951.

[5] Perry, P. H. *Chemical engineers' handobook.* 1950 Mc. Graw-Hill New York.



Rafinăria Teleajen

Cronică

Curs de perfecţionare a inginerilor din industria petrolului, sectorul prelucrarea ţiţeiului. Vol. II. Procese de prelucrare şi produse diverse

În continuarea cursului de perfecţionare a inginerilor din industria de prelucrare a ţiţeiului a apărut al doilea volum al acestor cursuri. Acest volum, tipărit în 1962 la Întreprinderea poligrafică nr. 6 din Bucureşti (193 de pagini, inclusiv numeroase figuri şi un număr mare de referinţe bibliografice), are următorul cuprins :

Cocsarea reziduurilor pentru mărirea producţiei de distilate, de ing. V. Schorr.

Reformarea termică şi catalitică, de dr. G. C. Suciu.

Hidrofinarea şi hidrocracarea, de ing. Şt. Comănescu.

Extracţia şi deparafinarea produselor petroliere, de dr. ing. G. A. Rădulescu.

Prelucrarea deşeurilor, de dr. ing. V. Costeanu.

Benzine, de ing. H. Rădulescu.

Petrol lampant şi pentru tractoare, de ing. Al. Ştefănescu.

Combustibili pentru turbomotoare de aviaţie, de ing. Al. Ştefănescu.

Combustibili pentru motoare Diesel, de ing. Al. Ştefănescu.

Uleiuri, de dr. ing. V. Cerchez şi dr. ing. G. A. Rădulescu.

Subiectele tratate se referă la studiul actual al cunoştinţelor din domeniile respective, insistîndu-se în special asupra noutăţilor din ultimii cîţiva ani. Conţinutul diferitelor lecţii, cum şi bibliografia bogată ce le însoţeşte permit inginerilor din rafinării să se orienteze asupra aplicării în producţie a celor mai noi cuceriri ale ştiinţei şi tehnicii prelucrării ţiţeiului. Materialul prezentat serveşte totodată ca documentare pentru toţi inginerii din industria de prelucrare a ţiţeiului şi din cea petrochimică, inclusiv pentru cercetători, proiectanţi etc.

Inginerii din industria de prelucrare a ţiţeiului care participă la aceste cursuri s-au prezentat la seminariile care s-au ţinut în luna iunie 1962 la Ploieşti şi la Oneşti. În cursul seminariilor s-au discutat în amănunt, la un înalt nivel, procesele şi operaţiile care fac obiectul lecţiilor, ceea ce a demonstrat interesul mare al inginerilor pentru tehnica nouă.

În continuare urmează să apară alte trei volume. Lecţiile din următoarele volume vor trata despre diverse alte procese de prelucrare şi produse, utilaje pentru rafinării şi materiale de construcţie, mecanizare şi automatizare, probleme economice etc.

Documentare

Pasta de ciment cu clei de tip uşor. În : Azerbaidjanskoe neftianoe hoziastvo, nr. 3, 1963, p. 25.

Specialiştii din Azerbaidjan au pus la punct reţeta pentru prepararea pastelor de ciment cu clei cu greutate redusă, folosind în acest scop cleiul de keratină.

Asemenea paste se recomandă la efectuarea lucrărilor de izolare, la fel ca şi pastele de ciment cunoscute sau cimentul fibros, avînd însuşiri de obturare şi reducînd în mare măsură absorbirea amestecurilor de cimentare pompate în sondă.

Pastele de ciment cu clei permit să se obţină un material de cimentare cu greutăţi specifice cuprinse într-un interval larg. În funcţie de greutatea specifică necesară a pastei, la apa folosită pentru prepararea cimentului se adaugă cantitatea respectivă de clei de keratină. Pasta de ciment obţinută se amestecă mecanic timp de 2—3 min. Din cauza adăugării cleiului de keratină, volumul pastei creşte foarte mult. La adăugarea cleiului de keratină în proporţie de 0,06—0,3% faţă de greutatea cimentului uscat, s-au obţinut paste cu greutăţi specifice de la 1,39—0,82 g/cm³. Pastele cu greutatea specifică peste 1,1 g/cm³ au o mobilitate suficientă care permite pomparea lor în sondă.

Prezenţa cleiului de keratină în pasta de ciment măreşte apreciabil duratele de priză a pastei preparate.

În cazul cînd se cere scurtarea duratei de priză a pastei se pot folosi acceleratoare de priză. Astfel s-a stabilit că utilizarea acestor acceleratoare nu împiedică obţinerea unor paste cu greutatea specifică redusă, grăbind termenul de priză.

La adăugarea silicatului de sodiu în proporţie de 2% şi a cleiului de keratină în cantitatea de 0,12% s-a obţinut o pastă cu greutatea specifică de 1,33 g/cm³, care începe să facă priză la temperatura de 50°C după o oră şi 15 minute, iar sfîrşitul prizei survine după 20 min.

Aceste termene corespund condiţiilor de utilizare a pastelor de ciment la izolarea straturilor absorbante în zona de filtru.

În ceea ce priveşte creşterea volumului pastei de ciment cu clei în cursul întăririi s-a constatat că o pastă cu greutatea specifică de 1,4 g/cm³ la temperatura de 75°C şi-a mărit volumul cu 23%, iar la 50°C — cu 12%.

În concluzie se poate spune că folosind cleiul de keratină se pot obţine paste de ciment cu greutatea specifică de 1,39—0,82 g/cm³, care se pot folosi cu succes pentru lichidarea zonelor de pierdere a noroiului.

Influenţa amidonului modificat asupra proprietăţilor noroaielor de foraj. În : Izvestiia vîsşih ucebnîh zavedenii — neft i gaz, nr. 5, 1963, p. 109.

Pentru a mări stabilitatea amidonului la temperaturile ridicate şi a reduce consumul lui în caz de folosire ca reactiv pentru noroaie de foraj, autorul a studiat problema modificării amidonului.

Se constată că unele feluri de modificare nu produc nici un fel de modificări chimice în moleculele din care se compune bobul de amidon, iar la altele intervin anumite modificări. Există indicaţii că tratarea amidonului cu fosfaţi la tempe-

ratura de 50°C duce la formarea unor produse termorezistente şi foarte vîscoase.

S-a obţinut o serie de amidonuri (din porumb şi din cartofi) modificate cu ajutorul fosfaţilor, folosindu-se în acest scop tripolifosfatul de sodiu, pirofosfatul de sodiu şi hexametafosfatul de sodiu.

Metoda de preparare a amidonului modificat a constat în următoarele : în soluţia de fosfat se introducea amidonul, se crea un anumit *p*H al mediului, amestecul se încălzea pînă la 50°C, iar după o pauză de o oră el se filtra şi se usca la 70°C. Cu fiecare produs se prepara reactivul de amidon, compus din şase părţi în greutate amidon şi 0,6—0,7 părţi sodă caustică. Produsul obţinut se introducea după 24—36 ore în noroiul de foraj.

Comparaţia proprietăţilor noroaielor de foraj cu adaos de reactivi de amidon preparat din amidonul nativ şi cel modificat arată că pentru obţinerea unui noroi cu parametri superiori la proporţia de săruri pînă la 10% trebuie introduse 25% reactiv de amidon din amidonul netratat şi 15% reactiv din amidonul modificat.

La amidonul modificat nu se produce spumă în noroaie.

S-a constatat că la introducere în noroiul de foraj reactivii preparaţi din amidonul modificat cu fosfaţi sînt stabili pînă la temperatura de fierbere, precum şi în prezenţa sărurilor.

Amidonul modificat poate fi recomandat ca stabilizator pentru noroaie la forajul sondelor de ţiţei.

Hubbard, M. E : **Mijloace pentru îmbunătăţirea productivităţii în industria petrolieră.** În : Journal of the Institute of Petroleum, **49** nr. 470, febr. 1963, p. 29—57.

În competiţia pentru asigurarea balanţei energetice mondiale, derivatele petroliere contribuie azi cu 31% faţă de 18% acum 25 de ani. Cauza principală este faptul că, în valori constante, preţul combustibilului pe bază de ţiţei a scăzut între 1937 şi 1959 cu 50%, pe cînd, de exemplu, cel al cărbunelui s-a mărit cu 60%. Explicaţia este creşterea productivităţii în industria petrolieră în perioada indicată.

În industria petrolieră productivitatea poate fi mărită prin : mărirea capacităţii instalaţiilor (costul acestora creşte în raport cu $\sqrt{2}$), micşorarea forţelor de muncă prin tehnică înaintată şi automatizare, conducere şi organizare superioară a operaţiilor de producţie.

Sînt arătate exemple de măriri ale productivităţii care pot fi obţinute în principalele sectoare ale industriei petroliere : explorare, foraj-extracţie, transport de ţiţei în tancuri marine şi prin conducte, rafinării şi desfacere. Este arătat rolul important al „analizei operaţiilor" care a devenit un fel de ştiinţă, aplicată de altminteri în toate industriile ; efectele sînt hotărîtoare mai ales pentru ridicarea productivităţii în sectorul de rafinare.

de Henau, G. : **Tratarea cu hidrogen a fracţiunilor petroliere.** În : Buletin de l'Association Française des Techniciens du Pétrole, nr. 158, mart. 1963, p. 177.

Ameliorarea calităţii produselor petroliere prin tratare cu hidrogen a fost cunoscută de multă vreme ; lipsea însă o sursă convenabilă de hidrogen pentru folosirea acestor proprietăţi ale hidrogenului pe scară industrială. Apariţia proceselor de reformare catalitică, în care se produc cantităţi însemnate de hidrogen ca produs secundar, a creat disponibilităţi de hidrogen, făcînd posibile şi chiar convenabile tratările cu hidrogen. Între timp s-au dezvoltat şi procedee „independente" de fabricare a hidrogenului (mai ales pe bază de CH_4) destul de convenabile.

În prezent, procedeele de tratare cu hidrogen pe cale industrială a fracţiunilor petroliere sînt următoarele :

— hidrodesulfurarea : desulfurarea întregii game de produse petroliere ;

— hidrofinisarea : aplicată numai ca operaţie de finisare, în special a uleiurilor lubrifiante ;

— hidrotratarea (hidrorafinarea) : tratarea energică cu hidrogen a fracţiunilor de uleiuri lubrifiante pentru rafinarea lor (putînd înlocui operaţia de extracţie) ;

— hidrogenare selectivă : se aplică la fracţiunile de hidrocarburi bogate în olefine şi diolefine, fără cracare ;

— hidrocracarea : hidrogenarea distilatelor grele (reziduuri) sau direct a ţiţeiului.

Pentru fiecare dintre operaţiile enumerate mai sus sînt prezentate caracteristicile celor mai cunoscute procedee respective, făcîndu-se comparativ analiza rezultatelor obţinute prin supunerea la tratament a diferitelor fracţiuni. În special sînt pe larg şi critic expuse procedeele de hidrocracare.

Dezvoltarea transportului de produse petroliere prin conducte. În : Rivista dei Combustibili nr, 3, 1963, p. 160.

În luna iulie 1962, conducta Colonial ajunsese la circa o jumătate din lungimea sa proiectată. Construcţia progresează cu 80 km pe săptămînă ; terminarea ei a fost prevăzută pentru luna februarie a anului curent. Conducta, avînd un diametru de la 81,4 la 55,9 cm, va furniza produse petroliere din Golful Mexic direct la New York, la o distanţă de 2 560 km. În timpul parcursului ea se va ramifica în alţi 1 600 km, furnizînd produse petroliere la circa 30 de mari centre de consum din diverse state din sudul şi sud-estul Statelor Unite. Capacitatea iniţială a conductei Colonial va fi de 80 000 t/zi, ea va ajunge la 100 000 peste un an şi la 125 000 spre sfîrşitul anului 1965.

Cei 3 160 km ai complexului Colonial vor fi administraţi de numai 200 de persoane. Dacă se urmează exemplul altor linii recente, un singur operator va putea controla de la Huston fluxul păcurii, al uleiului Diesel şi al altor produse din Texas pînă în New York. Tabloul central de comandă va înregistra viteza fluxului, presiunea şi o mulţime de alte variabile colectate de pe aproape jumătate de continent şi va permite acţionarea a douăzeci sau mai multor staţii de pompare de-a lungul liniei. La fel cum automatizarea a revoluţionat controlul, alte progrese tehnologice au făcut posibile reduceri esenţiale în lucrările de pozare şi întreţinere a liniei.

Acest continuu progres face transportul prin conductă atractiv şi pentru alţi consumatori în afară de industria gazului şi a petrolului. De-a lungul ultimelor sute de kilometri ai conductei Colonial se va instala o conductă pentru cărbune, care va transporta un noroi cu 60% cărbune şi 40% apă din Virginia de vest la companiile de gaz şi electricitate din New York. În alte zone, alte conducte vor transporta cele mai variate produse, ca pulpă de lemn, azot de mare puritate, sucuri de plante, alcool, heliu şi saramură.

Birthler, R., Kahl, E., Károly, J., Zalai A. : **Procedeul de hidrocracare Varga—un procedeu modern pentru prelucrarea ţiţeiurilor grele, a reziduurilor petroliere, a uleiurilor bituminoase şi a gudroanelor** În : Erdöl u. Kohle, nr. 4, apr. 1963, p. 281.

Procedeul de hidrocracare Varga este primul procedeu de hidrocracare a produselor grele, este economic, cu cicluri lungi de fabricaţie şi produce combustibili superiori Diesel şi păcură de ars cu conţinut redus de sulf (păcură rafinată). Caracteristicile principale ale procedeului Varga sînt :

— Desfăşurarea proceselor la presiuni medii (60—80 atm).

— Se adaugă diluant (motorină) pentru a asigura descompunerea asfaltenelor.

— Catalizatorul adsorbit în faza lichidă este eliminat împreună cu asfaltenele nedescompuse.

— Consum redus de hidrogen, deci evitarea hidrogenării adînci.

— Flexibilitate ; se pot varia calităţile şi cantităţile produselor, ca motorine Diesel, păcură, componenţi pentru uleiuri minerale, parafină etc.

Parametrii tehnologici sînt redaţi în tabela de analiză a produselor şi randamentelor obţinute la o experimentare industrială de durată (cinci luni) executată la combinatul „Otto Grotewohl" din Böhlen-Leipzig.

O schemă de principiu arată fluxul tehnologic al instalaţiei industriale.

Randamentul obținut, în % gr., este :

Produse de distilare 78,3
din care :
benzină 9,8 ;
combustibil Diesel 51,6 ;
păcură rafinată 16,1 ;
pierderi 0,8 ;
Sediment cald-reziduu 25,3.
Sediment cald-reziduu 116,2.
Gaze + pierderi 5,4.

Catalizatorul pentru faza lichidă se compune dintr-un semicocs de cărbuni bruni, impregnat cu sulfat feros și adus la formă de pastă cu țiței.

Pasta de catalizator se introduce în circuit cu trei pompe.

Catalizatorul pentru faza gazoasă se compune din NiO-MoO_3 pe suport de alumină activă.

Produsele : benzina trebuie supusă la reformare catalitică. Motorina este un combustibil Diesel superior ca atare. Păcura rafinată conține foarte puțin sulf. Păcura reziduu 2 are o culoare verzuie și conține 1,6—1,9% sulf.

Păcura reziduu 1 conține substanță solidă 13 — 20% cu 2,2—2,5% gr. sulf. Aceasta poate fi arsă la cazane cu injectoare special amenajate, poate fi de asemenea gazificată sau utilizată la producerea hidrogenului.

Consumul de hidrogen este de 0,7—0,9% gr.

Formarea de cocs este de 0,5—1,0% gr. raportat la produsul injectat.

Consumurile specifice sînt redate într-o tabelă.

Procedeul Varga, aplicat într-o rafinărie, poate simplifica mult profilul acesteia. Într-o schemă de principiu se redă încadrarea procedeului între celelalte instalații din rafinărie.

În primul rînd, procedeul Varga înlocuiește instalațiile de hidrofinare. Se cuplează cu instalațiile de distilare atmosferică, reformare catalitică, asigurînd — cu tot profilul redus al rafinăriei — 70—75% de produse albe. Poate fi cuplat și cu o instalație de cracare catalitică, furnizînd acesteia o materie primă superioară.

Concluzii. Prin aplicarea procedeului de hidrocracare Varga se poate mări producția de motorină, se obține o flexibilitate mare care asigură un larg sortiment de produse după cerințele pieții, plusul de cheltuieli de prelucrare se acoperă din beneficiile mărite obținute la produsele fabricate.

Gazul natural din Sahara. În : Erdöl und Kohle nr. 4, 1963, p. 334.

Primul foraj în Sahara a fost efectuat în anul 1952 fără rezultat, fapt pentru care cercetările au trebuit continuate. Astfel, peste patru ani, la 8 noiembrie 1956, la cîțiva kilomtri distanță a fost descoperit zăcămîntul de la Hassi R'Mel. Aici au fost efectuate pînă în prezent nouă foraje, care au dat date informative asupra structurii zăcămîntului și a volumului aproximativ al rezervelor.

Hassi R'Mel este situat între Ghardia și Ouargla, la o distanță de circa 450 km de coastă. Structura are forma unei cupole foarte plate, a cărei creastă se află la adîncimea de 2 100 m. Zăcămîntul se întinde sub forma unei elipse regulate pe o distanță de circa 80 km în direcția nord-sud și circa 45 km în direcția est-vest. Trei straturi de gresie triasică despărțite prin straturi intermediare de argilă sînt productive. Ele au o grosime (de sus în jos) de 30, 25 și 50 m, porozitatea lor însumează 16 și 20%, iar permeabilitatea este de asemenea importantă.

Gazul se află sub o presiune de 310 și 250 at la capul găurii de sondă ; are o temperatură de 90°C. Compoziția sa aproximativă, în %, este :

azot	5,12	propan	2,71
bioxid de carbon	0,19	butan	1,40
metan	79,60	pentan	0,60
etan	7,36	hexan și produși mai grei	3,02.

Este vorba așadar de un gaz umed cu un conținut de hidrocarburi condensabile. Pentru obținerea condensatelor și, în același timp, pentru uscare, gazul brut este răcit prin detentă. Gazul comercializabil este constituit din următoarele elemente în % :

azot	5,53	propan	2,10
bioxid de carbon	0,18	butan	0,86
metan	83,80	pentan	0,23
etan	7,15	hexan și produși mai grei	0,15

Conținutul în sulf este neimportant, reprezentînd mai puțin de 0,0001 %. Greutatea specifică (raportată la aer) este 0,660. Puterea calorifică superioară oscilează între 9 360 și 9 480 kcal/m^3.

O dată cu înaintarea cercetării zăcămîntului cresc și aprecierile rezervelor. Rezervele totale sînt apreciate în prezent la circa 1 865 miliarde m^3 ; la aceasta se mai adaugă 360 mil. t condensat. Rezervele exploatabile se ridică aproape la 1 000 miliarde m^3 gaz uscat și 100 mil. t condensat, astfel, alături de cîmpul Hugoton din Texas (S.U.A.), acest cîmp reprezintă cel mai important zăcămînt de gaz de pe glob.

Un astfel de zăcămînt poate să producă cu ușurință 20 pînă la 25 miliarde m^3 gaz/an. Dar producția maximă economică trebuie să fie de circa 35 miliarde m^3/an pentru a se asigura zăcămîntului o viață suficientă ca să se poată amortiza instalațiile.

Alte zăcăminte abundente de gaz în Sahara au fost descoperite în următoarele regiuni, situate la sud-est de Hasi R'Mel : Hasi Tuareg — cunoscut prin marele incendiu de la Gassi Touil — ,Rhourde Nouss și Tiguentourine. Rezervele totale ale acestor zăcăminte însumează și ele, după cele mai noi aprecieri, circa 600 miliarde m^3.

K a s s a t, H. : **Răcirea cu aer a schimbătoarelor de căldură din rafinării.** În : Erdöel und Kohle nr. 5, 1963, p. 388.

Răcirea cu aer, în procesele de schimb de căldură, este în prezent mult utilizată în rafinării și instalații petrochimice. Acest fapt este determinat de considerații economice și de problemele legate de aprovizionarea cu apă de răcire.

Pentru ca răcirea cu aer să fie economică, trebuie să se țină seamă de specificul construcției și de modul de operare a instalațiilor de răcire cu aer.

Elementele de bază în construcția schimbătoarelor de căldură cu răcire cu aer sînt țevile cu aripioare. Mai multe țevi cu aripioare legate între ele formează elementul de răcire, care poate fi montat în formă de acoperiș sau în plan orizontal.

Suprafața unei țevi cu aripioare este de 10—25 de ori mai mare decît a țevii simple. Aripioarele se confecționează din oțel sau cupru, avînd la bază un inel, care se trage pe țeavă rotundă sau eliptică.

Se construiesc și țevi de aluminiu cu aripioare, la care aripioarele sînt înfășurate strîns pe țeavă sau sînt fixate într-un șănțuleț.

Un alt tip de țevi cu aripioare sînt cele bimetalice, care se confecționează prin vălțuirea unei țevi de aluminiu. Tubul cu aripioare astfel obținut se trage în același timp pe o țeavă de oțel.

Materialul pentru țevile interioare este : oțelul aliat, cuprul, alama, nichelul sau alt aliaj folosit la confecționarea aparatelor utilizate în industria chimică.

Întrucît suprafața de schimb de căldură (*Fa*/*Fi*), în cazul țevilor cu aripioare, nu este determinantă în ceea ce privește eficacitatea se redă formula de calcul al coeficientului de transmisie a căldurii pentru țevile cu aripioare.

Construcția schimbătoarelor de căldură cu răcire cu aer se completează cu ventilatoare axiale, inclusiv motoarele de acționare. Acestea trebuie să asigure cel puțin 50 000 ore de funcționare.

Diametrul ventilatoarelor este de circa 1 600 mm și este menținut în anumite limite, întrucît, cu creșterea vitezei de rotație, crește mult și zgomotul produs de ventilator.

La exploatarea instalațiilor de răcire cu aer nu trebuie luată în calcul scăderea randamentului de răcire provocată de temperaturile de vîrf din timpul verii. Aceasta duce la investiții exagerate. Se va ține însă seamă de frecvența temperaturilor, care este arătată într-un anumit grafic sugestiv.

Curba frecvenței anuale a temperaturii aerului pentru anumită temperatură trebuie să fie de minimum 95%.

Se arată de asemenea că pentru a ajunge ușor și a menține temperaturi scăzute s-au introdus instalații de umezire a aerului prin injecție de apă, în circuitul de aer, în sens invers. Exemplu: aerul la 30°C, cu o umiditate relativă de 40%, se răcește prin umezire la 20°C.

Se arată modul de exploatare economică și reglare și se redă formula de calcul al energiei necesare acționării ventilatoarelor de aer.

Zgomotul ventilatoarelor și posibilitățile de micșorare a lui sînt analizate în partea finală a articolului. Formula:

$$Z = A\sqrt[3]{v},$$

în care:

Z reprezintă zgomotul în DIN-Phoni;
v — viteza de rotație a vîrfurilor elicei, în m/s;
A — factor.

Zgomotul produs de angrenajele motoarelor de acționare de obicei se neglijează, deși acesta poate ajunge la 77 DIN-Phoni la un motor de 30 kW și 1 450 rot/min.

Se construiesc și motoare cu viteză de rotație mică, cu patru poli, cuplate direct pe axa ventilatorului, la care zgomotul este redus la minimum.

Privitor la economia de energie pentru acționarea ventilatoarelor se arată în diagramă modul de lucru cînd temperatura scade, și anume: *1*) deconectarea motorului; *2*) utilizarea motoarelor cu poli conectabili; *3*) utilizarea elicelor de ventilator cu pas variabil.

În încheiere se arată modul cum se execută curățarea suprafețelor aripioarelor de murdărie, praf și ancrasări. Curățarea se poate face chiar în timpul mersului, prin suflare cu aer, prin spălare cu apă, iar interiorul țevilor se curăță prin suflare cu abur și injecție de apă.

•

Adams, N.R. și Sterba, M. J: **Noi date asupra avantajelor economice ale procedeului Demat.** În: Hidrocarbon Processing a. Petroleum Refiner nr. 5, 1963, p. 175.

Prin procedeul Demat se reduce efectul dăunător al otrăvirii cu metale a catalizatorilor în cracarea catalitică. Procedeul constă în înlăturarea pe cale chimică a metalelor otrăvitoare pentru catalizatorul folosit în cracarea catalitică fluidă. Sînt prezentate date comparative despre consumurile de catalizator în diferite cazuri: cu aplicarea procedeului Demat și fără, precum și cu diferite tipuri de materii prime, totodată arătîndu-se și randamentele în produse obținute.

Procedeul are avantajul de a reduce consumul de catalizator, de a mări capacitatea instalațiilor și de a lărgi gama de produse care pot fi folosite ca materie primă la cracarea catalitică, întrucît pot fi folosite materiale cu conținuturi în metale ridicate, nocive, în instalațiile prevăzute cu procedeul Demat.

Lascaud, A.: **Punerea în funcțiune a două rafinării noi în apropiere de Strasbourg** (Franța). În: L'industrie du Pétrol et de la Pétrochimie, nr. 6, 1963, p. 40.

Se descrie contextul economic în care au fost realizate cele două rafinării (cost de investiții, finanțare, piață de desfacere), iar în două anexe sînt prezentate caracteristicile tehnice ale celor două rafinării.

Rafinăria de la Strasbourg — Herrlisheim va prelucra 3 250 000 t țiței/an și va fi alimentată printr-un racord la conducta de țiței sud-europeană; mici cantități rezultate din exploatările de țiței din Alsacia vor fi aduse cu camioane-cisterne.

Principalele secții ale rafinăriei sînt:

1. Secția de distilare primară, care poate prelucra circa 10 500 t/zi, cuprinde instalații de distilare și deshidratare, două blaze de 40 000 Mcal/h, o coloană de fracționare (47 talere 41 m înălțime, 6,4 m diametru, distilînd pe la vîrf benzin totală, inclusiv gazele, apoi la diferite niveluri: white spirit petrol, motorină, motorină grea, iar la fundul coloanei rămîne reziduul), o instalație de redistilare (separă fracțiune de cap în benzină ușoară și solvenți), o instalație de stabilizare a benzinelor și a altor fracțiuni ușoare, o instalație de rafinare a benzinei ușoare (procedeul Merox, demercaptanizare cu soluție de hidrat de sodiu), o instalație pentru tratarea scursorilor și o instalație pentru rafinarea motorinelor în vederea obținerii unei culori comerciabile.

Consumurile acestei secții sînt: energie electrică, 8 400 MJ/h; abur, 14,6 t/h; apă de răcire, 240 m³/h; combustibil 9 t/h.

2) Secția de reformare catalitică (*platforming*), care are o capacitate de 2 700 — 3 400 m³/zi în funcție de adîncimea prelucrării; dă un reformat cu C.O. de 98 (Research) și cuprinde o instalație de desulfurare (cu cuptor tubular de 77 000 Mcal/h, reactor, coloană pentru eliminarea H_2S), o instalație de reformare propriu-zisă (două cuptoare de preîncălzire paralele, un cuptor pentru menținerea temperaturii, trei reactoare, separator de gaze, turbocompresor pentru recircularea gazelor și coloană de stabilizare a reformatului), un depozit pentru hidrogen și pentru azot și o instalație pentru prelucrarea gazelor.

Consumurile acestei secții sînt: energie electrică, 7 200 MJ/h; abur, 8 t/h (din care 6 t/h sînt produse în instalație), apă de răcire, 1 300 m³/h; combustibil, 8 t/h; apă epurată pentru cazan 6 t/h.

3. Sala de control este comună ambelor secții ale rafinăriei; ocupă o încăpere de 330 m², are 139 de regulatoare, 50 înregistratoare și un calculator electronic pentru reglarea repartiției gazelor combustibile.

4. Laboratorul este legat cu rampa de încărcare în vagoane-cisterne printr-un sistem pneumatic de transport al sticlelor cu probe, iar rezultatele sînt comunicate prin teleautograf serviciilor interesate.

5. Instalațiile auxiliare cuprind: centrala termoelectrică, rețele pentru distribuția aburului, a apei calde, a energiei electrice, a aerului, a gazelor și a combustibilului și de evacuare a apelor uzate. Răcirea se face parțial cu aer, parțial cu apă.

Rafinăria va produce: propan, butan, supercarburanți și carburanți auto, white spirit, carburanți pentru reactoare (ușor și greu) și o gamă largă de diferiți combustibili lichizi.

Rafinăria de la Reichstett-Vendenheim are o capacitate de 4 000 000 t/an, este alimentată tot din conducta de țiței sud-europeană și cuprinde următoarele:

1. *Secția de distilare primară*, care prelucrează 9 500 — 12 500 t/zi.

2. *Secția de prelucrare a gazelor* produce zilnic 115 t propan și 250 t butan și fracțiuni mai ușoare.

3. *Secția de distilare sub vid* produce zilnic (din reziduul de la distilare primară): 750 t motorină, 1 100 t motorină grea și 1 100 t reziduu greu.

4. *Crakingul termic* (visbreaking) cu capacitatede 3 000 t/zi (alimentat cu reziduu de la distilarea primară și de la distilarea sub vid, în proporție de 3:1) produce zilnic: 400 t benzine și gaze, 750 t motorină ușoară, 1 000 t păcură ușoară și 800 t păcură grea.

5) *Secția de reformare catalitică* (*platforming*), cu capacitate de 1 400—2 000 t/zi, după adîncimea prelucrării, materia primă fiind benzina grea hidrorafinată în prealabil.

6. *Instalații de rafinare cu hidrogen*: *hidrotratarea* pentru rafinarea materiei prime necesare platformingului și *hidrodesulfurarea* pentru rafinarea benzinelor de distilare primară și de la visbreakijg, precum și a motorinelor; hidrogenul sulfurat produs este tratat într-o instalație care va produce 40 t/zi sulf.

7. *Instalația de bitum* (prin oxidare cu aer) utilizează ca materie primă reziduul greu de la distilarea sub vid, producînd 1 700 t bitum/zi.

Rafinăria nu posedă centrală termoelectrică; energia electrică o ia din rețeaua regională, iar pentru abur sînt

montate două cazane în cadrul instalațiilor, fiecare de cîte 35 t/h.

Din cauza condițiilor locale, cea mai mare parte din răcire se face cu aer.

Rafinăria va avea un nivel foarte înalt de automatizare. Pe lîngă o sală de control unică, este dotată cu un post de control al mișcării produselor, care, cu un personal foarte redus, va dirija chiar în conducte amestecurile de diferite produse, aducîndu-le la calitățile comerciale prin reglarea automată a pompelor și ventilelor.

Încărcarea zilnică a celor 200—300 vagoane-cisterne va fi, de asemenea, automatizată. Vagoanele-cisterne vor fi tractate cu un sistem de cabluri, fiecare oprindu-se automat pe bascula electronică. Singurele operații manuale vor fi deschiderea domurilor, centrarea gurilor de încărcare și apăsarea pe un buton care declanșează curgerea produsului și oprește automat, la atingerea greutății necesare. La 9 km există un post de încărcare în vase fluviale (portul Strasbourg, pe Rin); un singur operator dirijează toate manevrele de încărcare în vase.

Scurte știri

Noi dispozitive și metode pentru îmbunătățirea tehnologiei de foraj și extracție

La schela Zemeș a fost introdusă recent metoda de fisurare triplă a straturilor cu două pachere, concepută în cadrul întreprinderii. Această metodă constă în fisurarea a trei straturi diferite cu ajutorul aceluiași dispozitiv.

Aplicarea fisurării triple, cu două pachere, scurtează timpul de fisurare cu circa șase ore și reduce manopera necesară operației de introducere-extragere. Noua metodă se află în curs de extindere și la alte schele petroliere.

Tot la schela Zemeș a început să fie folosit un dispozitiv automat de înșurubare și deșurubare a țevilor de extracție A.P.R. 2, de fabricație sovietică. Utilizarea acestui dispozitiv contribuie la sporirea vitezelor de lucru în operațiile de intervenție la sonde; timpul de execuție a acestor operații se reduce cu 70%.

Un important zăcămînt de gaz natural descoperit în Uniunea Sovietică

Un nou și important zăcămînt de gaz natural a fost identificat în U.R.S.S., la Iangikaskan, în pustiul Ksil-Kumi. Zăcămîntul pare să fie de aceeași ordine de mărime cu cel de la Gasli, ale cărui rezerve au fost apreciate la circa 1 000 miliarde m³. Zăcămîntul este amplasat în apropierea conductei de gaz cu o lungime de circa 1 900 km, care se construiește în prezent între Uzbekistan și regiunea Ural, astfel încît poate fi pus în exploatare fără cheltuieli prea mari.

Exploatarea cuptoarelor înalte cu țiței greu și cu gaze naturale

În 21 din totalul de aproximativ 40 de cuptoare înalte existente în Japonia o parte a cocsului este înlocuită cu păcură grea; cantitatea de păcură adăugată la produsul final este cuprinsă între 65 și 135 kg/t fontă brută. În Uniunea Sovietică utilizarea gazului natural este în continuă creștere. În unele uzine, o dată cu gazul se insuflă și oxigen. În anul 1960 au fost exploatate deja 46 de cuptoare înalte cu adaos de gaz natural în proporție de 60 pînă la 130 m³/t fontă brută.

Rezervele de petrol și gaze ale S.U.A. la începutul anului 1963

Rezervele de petrol ale Statelor Unite recuperabile prin metode primare au fost estimate la 1 ianuarie 1963 la 4 687,6 mil. t față de 4 770,5 mil. t la începutul anului 1962. În anul 1962, ca urmare a lucrărilor de explorare, rezervele au crescut cu numai 264,5 mil. t, față de 347,4 mil. t produse în decursul aceluiași an.

Rezervele de condensat au crescut de la 607,7 mil t. la începutul anului 1962 la 625,2 mil. t la 1 ianuarie 1963. Dată fiind producția de 41,8 mil. t din anul 1962, creșterea totală a fost de 59,3 mil. t.

Rezervele de gaze au crescut de la 7 849,6 miliarde m³ la 8 078 miliarde m³.

Un zăcămînt de gaz natural descoperit în Pakistan

În partea răsăriteană a Pakistanului a fost descoperit un zăcămînt de gaz natural. Se presupune că zăcămîntul va fi legat printr-o conductă de orașul Dacca, aflat la o distanță de circa 80 km și care este principalul consumator de gaz din această parte a țării. Identificarea acestui zăcămînt este primul rezultat obținut după o muncă de prospectare de aproape șase ani.

Utilizarea substanțelor radioactive

Aproape 850 de întreprinderi industriale din Franța se ocupă în prezent cu felurite utilizări ale substanțelor radioactive. Astfel, în conducte, prin care trec succesiv diverse lichide se montează dispozitive de separare marcate cu substanțe radioactive. La o rafinărie, la sosirea unui nou sortiment de țiței, căruia la intrarea în conductă i s-a adăugat o substanță radioactivă, se declanșează un dispozitiv automat pentru distribuirea pe anumite conducte. Locurile de scurgere în conductele pentru lichide sînt identificate prin următorul procedeu: lichidul este marcat temporar radioactiv. După trecerea lui prin conductă, aceasta este spălată, apoi se introduce prin ea un dispozitiv echipat cu un detector care reacționează la radiația restului de lichid radioactiv rămas la locul de scurgere. Poziția acestuia poate fi identificată cu ajutorul unei diagrame a radioactivității.

Recenzii

Proiectarea exploatării zăcămintelor de petrol, lucrare elaborată de un colectiv de petrolişti sovietici condus de A. P. Krîlov, Moscova, Gostoptehizdat, 1962.

Lucrarea se poate considera ca o reeditare, actualizată şi completată, a cărţii „Bazele ştiinţifice ale exploatării zăcămintelor de petrol", care a apărut la aceeaşi editură în 1948; în această primă lucrare se analizează bazele geologice, hidrodinamice şi economice ale exploatării zăcămintelor de petrol în regimurile împingerii apei şi gazelor de gaz-cap, după care se expun principiile proiectării exploatării raţionale a zăcămintelor de petrol, cu luarea în consideraţie a injecţiei de apă sau de gaze în strat. Un proiect de exploatare se prezintă drept o lucrare complexă, prin care se rezolvă sarcina de plan de producţie al unui zăcămînt de petrol, astfel ca, la caracterele geologice şi hidrodinamice ale zăcămîntului date şi eventual influenţate de injecţia de fluide, să se obţină un factor de recuperare maxim, precum şi indici economici optimi.

Drept încheiere se prezintă ca exemple exploatarea zăcămintelor de la Cura-Teţe, Abuzi şi Tuimazî, care s-a organizat în anii 1946 — 1947 după principiile expuse în lucrarea citată, care a apărut în 1948.

După 1948, datorită pe de o parte legăturii strînse care s-a creat între unităţile de cercetare, de proiectare şi de exploatare a zăcămintelor de petrol şi pe de altă parte datorită adîncirii cercetărilor în U.R.S.S., s-au lărgit cunoştinţele şi s-au îmbunătăţit metodele de cercetare, proiectare şi exploatare a zăcămintelor.

S-au realizat importante îmbunătăţiri prin :

— Mărirea presiunii diferenţiale între şirul sondelor de injecţie şi şirurile sondelor de extracţie, prin mărirea presiunii de injecţie şi micşorarea presiunii de fund a sondelor de extracţie, sub presiunea de saturaţie. S-a mărit debitul sondelor de extracţie şi s-a micşorat numărul acestora.

— Aplicarea injecţiei intraconturale, împărţindu-se zăcămintele cu suprafaţă mare în mai multe sectoare. Astfel s-a putut mări debitul zăcămintelor, respectiv s-a putut reduce timpul lor de exploatare la valori raţionale.

— Studiul evoluţiei exploatării în regimul gazelor dizolvate şi în regimul elastic, trasîndu-se liniile de proiectare şi exploatare a zăcămintelor în aceste regimuri.

— Adîncirea studiului hidrodinamicii subterane, ţinîndu-se cont de curgerea eterogenă în strat, de variaţia viscozităţii fluidelor, de precizarea valorii factorului de recuperare, precum şi de caracterul real al dislocuirii fluidelor în strat.

— Studiul influenţei neuniformităţii stratului petrolier asupra exploatării şi punerea la punct de metode noi pentru cercetarea proprietăţilor variabile ale stratului.

Cartea „Proiectarea exploatării zăcămintelor de petrol" realizează obiectivul enunţat în titlul său la nivelul tehnico-ştiinţific al cunoştinţelor de azi.

Din colectivul care a elaborat lucrarea au făcut parte şi lucrători din domeniul cercetării şi proiectării zăcămintelor de petrol.

Concepţiile şi metodele învechite din prima carte au fost eliminate, în schimb s-au introdus concepţii şi metode noi; cele valabile în prezent au fost prezentate la nivel superior şi completate, acolo unde a fost cazul. Volumul cărţii este cu circa 15% mai mare decît al primei ediţii.

Conţinutul lucrării se împarte în următoarele cinci părţi :

a) Partea 1 arată condiţiile de bază şi succesiunea fazelor de proiectare a exploatării zăcămintelor.

b) Partea a 2-a descrie întocmirea studiului geologic de şantier al zăcămintelor. De relevat sînt capitolele în care se expune determinarea permeabilităţii rocii-colector după metoda restabilirii presiunii de fund a sondelor, aprecierea neuniformităţii stratului şi calculul rezervelor de ţiţei, cu determinarea îmbunătăţită a factorului de recuperare.

c) Partea a 3-a se ocupă de proiectarea procesului tehnologic de exploatare, de metodologia calculelor hidrodinamice şi de modelarea electrică a exploatării. Ca obiective noi se expun injecţia intraconturală şi injecţia în panouri a fluidelor în strat, regimul de extracţie a sondelor, calculele hidrodinamice folosind metoda rezistenţelor echivalente, calculul curgerii bifazice cu viscozităţi diferite ale fazelor, modernizarea calculelor hidrodinamice pentru zăcăminte în regim elastic, regim de gaze dizolvate şi regimuri mixte de zăcămînt. S-au lărgit metodele de apreciere a neuniformităţii stratului productiv şi s-au lărgit metodele de aplicare a electromodelării exploatării.

d) Partea a 4-a cuprinde fundamentarea economică a exploatării şi metodica calculelor economice.

Se expune stabilirea după formule îmbunătăţite a indicilor tehnico-economici principali (productivitatea muncii, investiţiile capitale, preţul de cost), precum şi alegerea variantelor optime de exploatare în funcţie de aceşti indici şi de rezultatele analizelor geologo-industriale şi hidrodinamice, atît pentru un singur zăcămînt cît şi pentru un grup de zăcăminte.

e) Partea a 5-a conţine două exemple de cercetare şi proiectare a exploatării a două zăcăminte importante din U.R.S.S., dintre care unul cu injecţie intraconturală de apă, realizate după anul 1950.

A. D. ALTŞUL

Rezistenţele hidraulice locale în deplasarea lichidelor vîscoase. Neftianoe Hoziaistvo, nr. 2, 1963.

Lucrarea, apărută în anul 1962, este destinată tehnicienilor, inginerilor şi personalului de cercetare care lucrează în domeniul mişcării lichidelor vîscoase. Cartea poate fi de mare folos şi studenţilor la întocmirea proiectelor de an şi de diplomă pentru calculele hidraulice pentru diverse utilaje şi aparatură folosite la manipularea şi măsurarea lichidelor vîscoase.

În monografia lui A. D. Altşul se dau analize şi metode de calcul al rezistenţelor hidraulice locale în procesul de mişcare a lichidelor vîscoase, bazate pe cercetările teoretice şi experimentale ale autorului şi colaboratorilor săi, de ani de zile, şi în urma studiului unui bogat material sovietic şi străin.

Autorul propune pentru prima dată folosirea ecuaţiei criteriale pentru calculul coeficientului de curgere a unui lichid vîscos printr-un orificiu şi a ilustrat concluziile sale prin numeroase experimente. Aceste lucrări au permis folosirea metodicii propuse de autor pentru cercetarea curgerii lichidului vîscos prin duze şi pot fi folosite şi pentru studiul altor probleme (scurgeri prin neetanşeităţile pompelor etc).

Exemplele de calcul date de autor permit cititorilor să le folosească pentru rezolvarea problemelor practice.

Monografia prezentată este bine ilustrată şi se remarcă printr-o expunere adecvată.

A. I. TARASOV

Gazele de rafinărie şi analiza lor. Traducere din limba rusă, Bucureşti, Editura tehnică, 1963, 255 p.

Cartea cuprinde două părţi şi anume : gazele de rafinărie (conţinutul de hidrocarburi în gazele rezultate din diferite procese tehnice şi termocatalitice în industria petrolieră) şi metode de analiză a gazelor rezultate la prelucrarea ţiţeiului. Dacă prima parte interesează mai ales domeniul industriei petroliere, a doua parte prezintă mare importanţă pentru numeroase industrii chimice,

deoarece cuprinde un material valoros pentru cei preocupați cu analizele de gaze.

Pentru a putea compara conținuturile în diverse hidrocarburi ale diferitelor gaze rezultate din industria petrolieră, autorul a făcut un bilanț judicios al fiecărui constituent (H_2 și hidrocarburi $C_1 - C_4$ inclusiv) aflat în gaze și în produsele petroliere nestabilizate care se găsesc în echilibru cu aceste gaze.

Pe baza acestor date și a randamentului acestor produse raportate la materia primă prelucrată, autorul a determinat randamentele diferitelor hidrocarburi conținute în materia primă.

Față de alte lucrări anterioare consacrate acestui domeniu, lucrarea lui Tarasov prezintă un progres vizibil, deoarece raportîndu-se la fiecare hidrocarbură (normală sau izo) datele comparate sînt juste, pe cînd anterior se făceau comparații între clase de hidrocarburi, ceea ce evident ducea la rezultate neconcludente sau chiar eronate.

Sînt prezentate analizele gazelor de cracare termică obținute din diverse materii prime (diverse zăcăminte din U.R.S.S.) și în diferite instalații, din care rezultă că aceste gaze au o compoziție relativ omogenă. În același mod se compară gazele de reformare catalitică (al căror conținut mediu în hidrocarburi este apropiat de cel al gazelor în cracare termică), gazele de piroliză (al căror conținut de H_2, CH_4, C_2H_4 crește iar C_2H_6, C_3 și C_4 scade cu mărirea temperaturii de piroliză), gazele de cocsare (a căror compoziție variază ca și cea a gazelor de piroliză) și gazele de cracare oxidativă (a căror compoziție este foarte apropiată de a gazelor de cracare în fază de vapori).

Gazele rezultate de la cracarea catalitică formează obiectul unui studiu vast, în care sînt analizate influența naturii materiei prime — diverse zăcăminte — și a regimului de lucru asupra compoziției acestora. Arătînd că la creșterea temperaturii randamentul de gaze e mai mare, iar la mărirea vitezei volumetrice a materiei prime — scade, autorul arată pe larg cum depinde compoziția gazelor rezultate la cracarea catalitică de materia primă de la distilarea primară sau de la prelucrarea secundară a țițeiului. Desigur în condițiile țițeiurilor românești, toate datele referitoare la compoziția gazelor vor trebui raportate la compoziția țițeiurilor noastre și la tehnologia adoptată la noi. Concluziile care se desprind în ceea ce privește compoziția gazelor de factorii ce o determină, fiind de o primă importanță.

Pentru metodele de analiză a gazelor se prezintă la început dispozitive de luat probe de gaze. Fără a avea un caracter pur descriptiv, sînt arătate pipetele, aspiratoarele și gazometrele folosite pentru luarea probelor de gaze, manipularea corectă a acestora și eventualele defecțiuni ce trebuie evitate la luarea probelor de gaze sărace și gaze bogate, precum și de gaze lichefiate. După expunerea aparatelor folosite la măsurarea debitelor de gaze în laboratoare (reometre, rotametre și contoare), sînt prezentate pe larg aparatele de analiză prin absorbție (biurete de gaze, pipete de absorbție), aparatele Hempel și Orsat, precum și aparatele care funcționează după principiul absorbției și al arderii. Astfel analizorul de gaze VTI bazat pe acest principiu, folosit la analiza gazelor care reprezintă amestecuri complexe formate din mai multe componente este descris amănunțit ca și modul său de funcționare și de calcul al rezultatelor determinărilor. Aparatul este prevăzut cu șapte pipete de absorbție, o pipetă pentru combustia hidrocarburilor prevăzută cu rezistență de platină și un tub U umplut cu oxid de cupru dispus într-un cuptor electric pentru arderea hidrogenului și dispozitivele necesare de măsurare și distribuție. Sînt date și alte tipuri de aparate similare.

Dintre aparatele pentru rectificarea gazelor la temperaturi joase este prezentat foarte pe larg aparatul TIATIM-60 la a cărui realizare autorul cărții a avut o contribuție esențială. Acesta este un aparat modern cu funcționare complet automatizată și cu înregistrarea automată a rezultatelor fracționării.

Este de asemenea arătat modul de desfășurare a unei analize de gaze după fracționarea unor fracțiuni înguste: 1 – hidrogen-metan, 2 – etan-etenă, 3 – propan-propenă, 4 – butan-butenă, 5 – pentan-amilenă, 6 – reziduu lichid, dîndu-se și exemplificări utile.

Cartea cuprinde și un capitol consacrat reactivilor folosiți la analiza gazelor, a modului lor de pregătire, care furnizează date absolut necesare tuturor celor ce efectuează analize de gaze indiferent dacă folosesc metode de absorbție, de rectificare la temperaturi joase sau alte metode fizice de analiză. De asemenea descriind schema de principiu a unei analize de gaze, autorul prezintă metode pentru determinarea densității relative a gazelor, determinări ale conținuturilor de hidrogen sulfurat, bioxid de carbon, sulf total, oxigen, hidrogen din gaze, oxid de carbon și ale conținuturilor totale de hidrocarburi, analize care interesează multiple industrii chimice.

Dintre metodele fizice de analiză a gazelor, analiza după spectrele de masă și cea cu ajutorul spectrelor în infraroșu sînt prezentate din păcate foarte succint, deși constituie metode moderne care au avantaje incontestabile. Analiza cromatografică de analiză a gazelor este prezentată mai pe larg, atît cromatografia de absorbție cît și cea de repartiție. Avînd în vedere importanța deosebită a acestei metode și perspectivele sale, ar fi fost necesar să fie mult mai amplu dezbătută această metodă, prezentarea informativă a cîtorva tipuri de aparate fiind cu totul insuficientă față de importanța metodei.

Cartea lui Tarasov interesînd multiple ramuri industriale va fi de un real folos celor ce lucrează la analize de gaze în uzine și institute de cercetări, cu atît mai mult cu cît editura a completat, acolo unde era cazul, cu indicarea standardelor în vigoare la noi în țară.

NORME ȘI STANDARDE

STAS 899-62 „Uleiuri minerale. Ulei Vx 5012" (înlocuiește STAS 899–53).

Uleiul Vx rezultă dintr-un amestec de 91,5 — 92,5% ulei mineral rafinat cu indice de viscozitate Dean Davis minimum 40 și 7,5 — 3,5% ulei de rapiță oxidat pînă la viscozitate 12 — 16°E la 100°C și se întrebuințează pe timp de iarnă la ungerea angrenajelor normale (cutia de viteză) și a diferențialelor automobilelor cu excepția angrenajelor hipoidale.

Caracteristicile produselor înscrise în standard sînt:

Aspect	limpede, perfect, omogen
Densitate relativă, (d_4^{20}) max.	0,940
Viscozitate la 50°C, °E	12 – 14
Indice de viscozitate D.D. min.	60
Indice de saponificare, mg KOH/g	13 – 25
Cifra de iod, g iod/100 g	2 – 10
Punct de congelare, °C max.	– 18
Punct de inflamabilitate, °C min.	210
Aciditate organică, mg KOH/g max.	2
Cenușă, % max.	0,03
Impurități mecanice, % max.	0,01
Apă (metoda distilării)	lipsă
Impurități mecanice insolubile în HCl	lipsă
Stabilitate la – 15°C	stabil
Coroziune pe placa de oțel	rezistă.

În standard este înscrisă metoda de determinare a impurităților mecanice insolubile în acid clorhidric, ca urmare a faptului că această metodă nu este însă înscrisă în standarde.

Intrarea în vigoare a standardului a fost la 1.04.1963.

STAS 4225-62 „Produse petroliere. Ambalare, marcare, depozitare și manipulare" (înlocuiește STAS 4225 — 53). Standardul reglementează regulile de ambalare, marcare, depozitare și manipulare pentru principalele produse petroliere, și anume: gaze lichefiate, benzină white-spirit, petrol, motorină, păcură, combustibil pentru calorifere, uleiuri minerale unsori consistente, acizi naftenici, dezemulsionanți, parafină, vaselină, cerezină și bitum.

Pentru produsele neprevăzute în acest standard, aceste reguli se vor stabili în standardele produselor respective.

Standardul nu se referă însă la regulile pentru transportul produselor petroliere pe nave maritime sau fluviale și transportul prin conducte, acestea urmînd să fie stabilite printr-o normă internă sau alt standard.

În standard sînt sistematizate capitolele respective, și anume:

a) Ambalare în cisternele de cale ferată, în ambalajele furnizorului și în ambalajele beneficiarului. Pentru a nu degrada produsele, se prevede ca ambalajele să fie curate, corespunzătoare pentru produsele care se ambalează.

Se interzice cu desăvîrşire ambalarea produselor albe (benzină, petrol,motorină) în ambalaje de produse negre şi acizi naftenici.

b) Marcarea ambalajelor produselor petroliere (vase, cisterne, butoaie etc.) trebuie să fie făcută conform prevederilor standardului, pentru a le putea identifica cu uşurinţă şi a elimina orice posibilitate de a le contamina cînd se depozitează.

Inscripţia de marcare trebuie să fie în aşa fel făcută încît să reziste la acţiunea uleiurilor şi a apei şi să permită o identificare uşoară.

c) Depozitarea produselor petroliere este operaţia care asigură calităţile iniţiale ale acestora. Pentru aceasta standardul prevede ca beneficiarul, înainte de înmagazinare, să identifice produsul, respectiv calitatea acestuia, prin buletinul de analiză emis de către întreprinderea producătoare.

Standardul prevede regulile pentru depozitarea produselor petroliere, pentru fiecare produs în parte sau familii de produse, pentru a le asigura acestora, aşa cum s-a menţionat, calităţile iniţiale, menţinerea acestora, precum şi pentru a le asigura utilizarea în scopurile pentru care sînt destinate.

d) Manipularea produselor petroliere asigură păstrarea calităţii, pentru aceasta standardul prevede reguli pentru fiecare familie de produs în parte.

Transvazarea produselor trebuie executată prin conducte separate pentru fiecare familie de produs, iar în cazul în care se face prin conducte comune, trebuie luate toate măsurile de spălare a acestora, pentru a nu degrada calitatea. Racordurile de la cisterne la conductele de descărcare trebuie să fie deosebite pentru produsele albe, produsele negre şi pentru uleiuri.

Standardul revizuit este redat într-o formă mai clară faţă de acela din 1953, fiind elaborat pe baza experienţelor căpătate de industria de petrol, precum şi de consumatori.

Respectarea cu stricteţe a regulilor standardizate asigură realizarea de economii, creşterea productivităţii muncii şi reducerea preţului de cost.

Standardul a intrat în vigoare la 1.04. 1963.

STAS 1405-62 „Uleiuri minerale". Ulei Te 2002 pentru fire textile de tricotat" (înlocuieşte STAS R 1405-50). Standardul se referă la uleiul mineral rafinat Te 2002, utilizat la gresarea firelor de mătase şi bumbac, destinat tricotajului.

În anul 1950 a fost elaborat un standard de recomandare dar, ca urmare a îmbunătăţirii calităţii uleiului, determinată de îmbunătăţirea procesului tehnologic de fabricaţie, în anul 1962 s-a trecut la revizuirea acestuia.

În urma reviziuirii, produsul este înscris în standard cu următoarele caracteristici :

Viscozitate la 20°C, °E	1,8 – 2,2
Aciditate organică, mg KOH/g max.	0,05
Punct de congelare, °C max.	– 10
Cenuşă, % max.	0,005
Culoare Union max.	2
Aciditate minerală şi alcalinitate	lipsă
Apă (metoda distilării)	lipsă
Impurităţi mecanice	lipsă

La definitivarea standardului a fost schimbată şi denumirea produsului (ulei Te 2002 în loc de ulei Te O_2), pentru a fi în concordanţă cu nomenclatorul de ulei, prevăzut în STAS 871-49. Standardul a intrat în vigoare la 1.04.1963.

STAS 1747-62 „Ambalaje din carton. Bidon pentru uleiuri minerale" (înlocuieşte STAS 1747-53). Standardul reglementează condiţiile pe care trebuie să le îndeplinească bidonul din carton, impregnat în interior şi destinat ambalării, păstrării şi comercializării cu amănuntul a uleiurilor minerale.

Bidoanele din carton pentru uleiuri se produc în trei mărimi, şi anume pentru 1 000, 500 şi 250 ml, spre deosebire de vechiul standard, care prevedea numai o mărime, şi anume de 1 000 ml.

Producerea mai multor mărimi a devenit necesară pentru a satisface cerinţele consumatorilor (posesorilor de motociclete şi maşini), care în ţara noastră sînt din ce în ce mai mari.

Pentru a da posibilitatea îmbunătăţirii continue a acestor bidoane, standardul prevede posibilitatea executării capacului şi capsulei şi alte forme decît cele prevăzute în standard, însă pe baza înţelegerii dintre producător şi beneficiar.

În ceea ce priveşte materialele din care se execută bidoanele, standardul prevede confecţionarea corpului cilindrului pentru mărimile 1 000 şi 500 ml din carton duplex tip B de 355 g/m², iar pentru mărimea 250 ml din carton duplex tip B de 250 g/m², iar fundul, capacul şi capsula din mucava.

Bidoanele de carton trebuie să fie astfel lipite şi impregnate încît să asigure o bună etanşeitate.

Pentru verificarea calităţii bidoanelor, standardul prevede luarea de probe în funcţie de mărimea lotului, stabilind condiţii de admitere şi de respingere a lotului. În cazul în care lotul este necorespunzător, acesta se respinge de la recepţie, fiind supus unei resortări şi apoi unei noi recepţii.

Standardul a intrat în vigoare la 1.01. 1963.

Normă internă departamentală. MIPC-NID 2223-62. „Extract rezidual pentru negru de fum". Se referă la produsul rezultat din solventarea motorinei de cracare catalitică şi a uleiurilor minerale şi este folosit ca materie primă pentru fabricarea negrului de fum.

Produsul se fabrică în două tipuri cu caracteristicile prevăzute în tabela 1.

Tabela 1

Caracteristici	Tipul	
	I	II
Densitatea la 20°C, min.	0,965	0,970
Viscozitatea la 20°C, °E min.	2,0	3,5
Temperatura de congelare, °C max.	0	+25
Temperatura de inflamabilitate 19°C min.	115	115
Conţinutul de aromate, % min.	70	70
Apă, % max.	0,5	0,5

Tipul 1 rezultă din solventarea motorinei de cracare catalitică, iar tipul II din amestecarea extractului de tipul I cu extractul rezultat la solventarea uleiurilor minerale.

Determinarea conţinutului de aromate se face cromatografic, metoda fiind descrisă în cuprinsul normei interne.

Norma internă departamentală MIPC-NID 2224-62. „Acizi crezilici tehnici". (înlocuieşte norma MIPC-Ni 70-52). Se referă la acizii crezilici tehnici rezultaţi la tratarea cu acid sulfuric a leşiilor crezilice (ale căror caracteristici sînt prevăzute în norma internă 1548-60).

Acizii crezilici tehnici se folosesc la obţinerea trepaninului, a mercerolului etc. şi sînt constituiţi din amestecuri de fenoli, crezoli şi alţi omologi superiori.

Produsul se fabrică în patru timpi, cu caracteristicile prevăzute în tabela 1.

Tabela 1

Caracteristici	Tipul				
	40	50	60		70
			calit. I	calit. II	
Solubilitatea în NaOH, %	40 – 50	51 – 60	min. 60	61 – 70	min. 71
Distilarea în intervalul 180 – 220°C, % min.	–	–	70	–	–
Proba de reactivitate	–	–	pozitivă	–	–
Apă, % max.	15	15	10	15	15

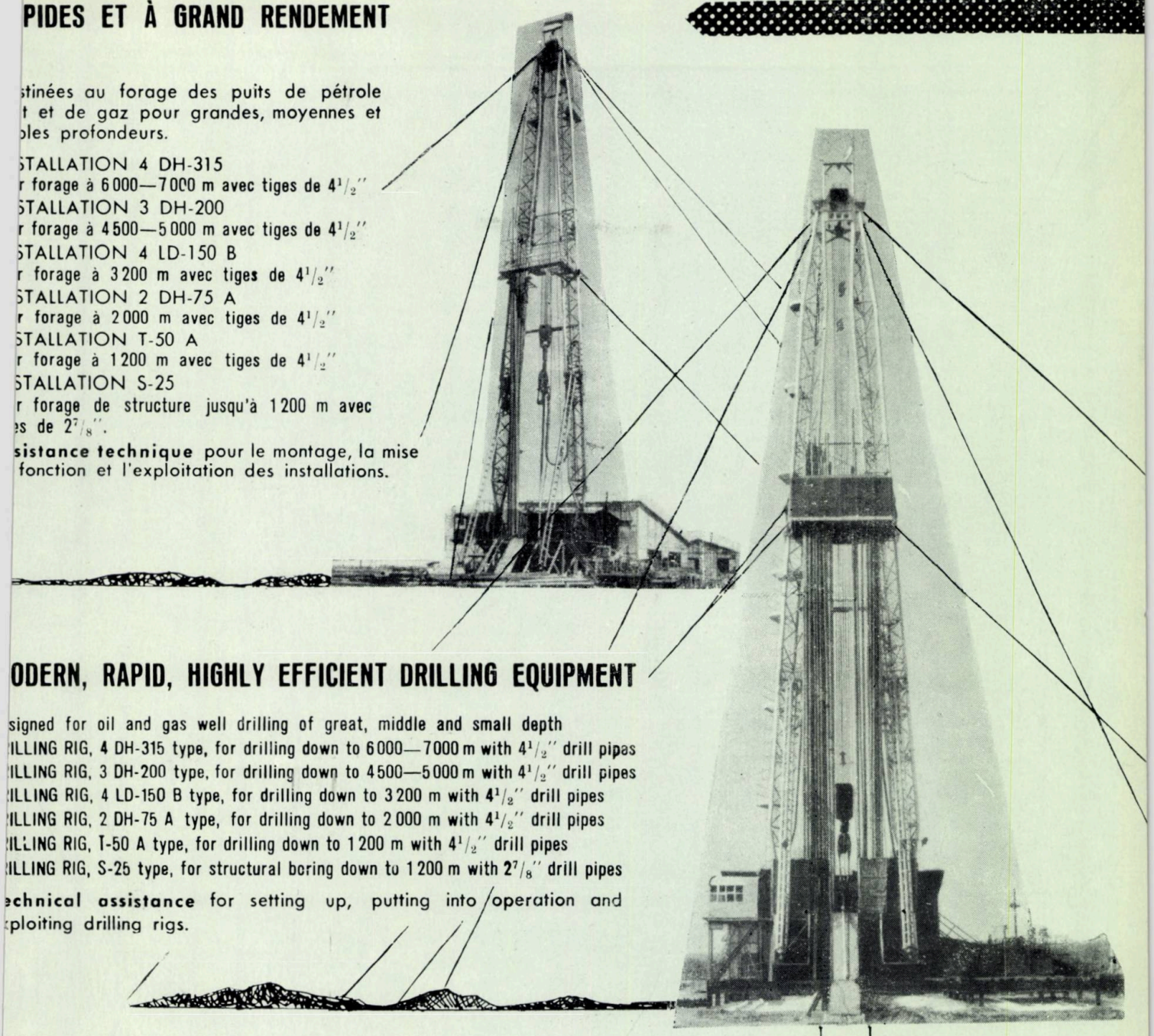
Revista PETROL şi GAZE, organ a Ministerului Industriei Petrolului şi Chimiei şi al Consiliului Naţional al Inginerilor şi Tehnicienilor din R.P.R (C.N.I.T.) Redacţia: Bucureşti, str. Ion Ghica, nr 3, raion Tudor Vladimirescu, telefon 16.78.78 Revista este editată de Centrul de documentare al industriei petrolului şi chimiei. Abonamentele pentru biblioteci, cabinetele tehnice, individuale se pot achita în numerar sau în contul nostru de virament : Centrul de documentare al industriei petrolului şi chimiei — sectorul publicaţiilor tehnice — telefon 13.52.23, Bd. N. Bălcescu, nr. 16, raion 30 Decembrie, cont 136402 — 17 B.R.P.R., Filiala 30 Decembrie, Bucureşti. Tarif pentru întreprinderi lei 100 anual ; tarif pentru abonamentele individuale : lei 30 anual. Preţul unui exemplar : lei 5. Taxele poştale plătite în numerar conform aprobării D.G.P. Tc. nr.560/H-759/1962. Tiparul : Întreprinderea Poligrafică Informaţia, Bucureşti — c. 3558

STALLATIONS DE FORAGE MODERNES, PIDES ET À GRAND RENDEMENT

stinées au forage des puits de pétrole t et de gaz pour grandes, moyennes et bles profondeurs.

STALLATION 4 DH-315
r forage à 6000—7000 m avec tiges de $4^1/_2''$
STALLATION 3 DH-200
r forage à 4500—5000 m avec tiges de $4^1/_2''$
STALLATION 4 LD-150 B
r forage à 3200 m avec tiges de $4^1/_2''$
STALLATION 2 DH-75 A
r forage à 2000 m avec tiges de $4^1/_2''$
STALLATION T-50 A
r forage à 1200 m avec tiges de $4^1/_2''$
STALLATION S-25
r forage de structure jusqu'à 1200 m avec es de $2^7/_8''$.

sistance technique pour le montage, la mise fonction et l'exploitation des installations.



ODERN, RAPID, HIGHLY EFFICIENT DRILLING EQUIPMENT

signed for oil and gas well drilling of great, middle and small depth
ILLING RIG, 4 DH-315 type, for drilling down to 6000—7000 m with $4^1/_2''$ drill pipes
ILLING RIG, 3 DH-200 type, for drilling down to 4500—5000 m with $4^1/_2''$ drill pipes
ILLING RIG, 4 LD-150 B type, for drilling down to 3200 m with $4^1/_2''$ drill pipes
ILLING RIG, 2 DH-75 A type, for drilling down to 2000 m with $4^1/_2''$ drill pipes
ILLING RIG, T-50 A type, for drilling down to 1200 m with $4^1/_2''$ drill pipes
ILLING RIG, S-25 type, for structural boring down to 1200 m with $2^7/_8''$ drill pipes

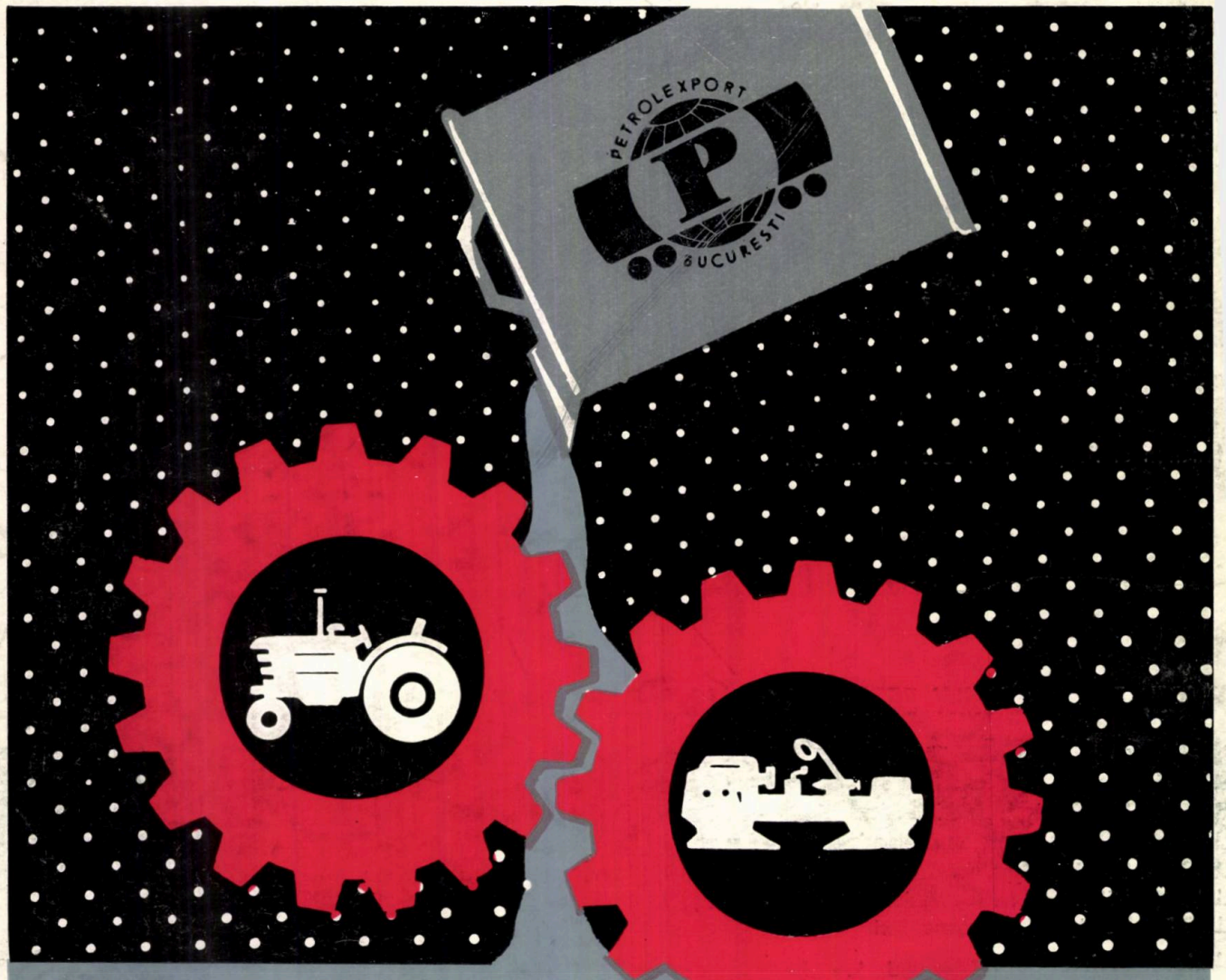
echnical assistance for setting up, putting into operation and ploiting drilling rigs.

Exportateur: *Exporter.*

INDUSTRIALEXPORT

BUCAREST — ROUMANIE
Str Gabriel Péri Nr. 2
Téléphone: 116 ● Telex: 224

BUCHAREST — RUMANIA
Str. Gabriel Péri Nr. 2
Telephone: 116 ● Telex: 224



ULEIURI LUBRIFIANTE ROMÎNEȘTI DE CALITATE SUPERIOARĂ

LIVRARE PROMPTĂ **CONDIȚII AVANTAJOASE**

— ULEIURI CU SAU FĂRĂ ADITIVI pentru motoare cu ardere internă, cu o bună stabilitate în condiții variate de temperatură, redată prin indicele de vîscozitate Dean Davis de minimum 90.
— ULEI DE TURBINĂ caracterizat prin condiții mari de stabilitate chimică și o capacitate înaltă de dezemulsionare.
— ULEIURI PENTRU TRANSFORMATOARE ȘI COMUTATOARE ELECTRICE cu o mare stabilitate chimică și puncte joase de congelare, care servesc atît ca izolanți cît și ca intermediari de răcire.
— ULEIURI PENTRU MAȘINI CU ABUR SATURAT ȘI SUPRAÎNCĂLZIT cu temperaturi mari de inflamabilitate.
— ULEIURI INDUSTRIALE destinate ungerii diferitelor mașini care lucrează în regim moderat de temperatură.
— ULEIURI TEXTILE cu congelări joase și vîscozitate mică.

Exportă:

PETROLEXPORT

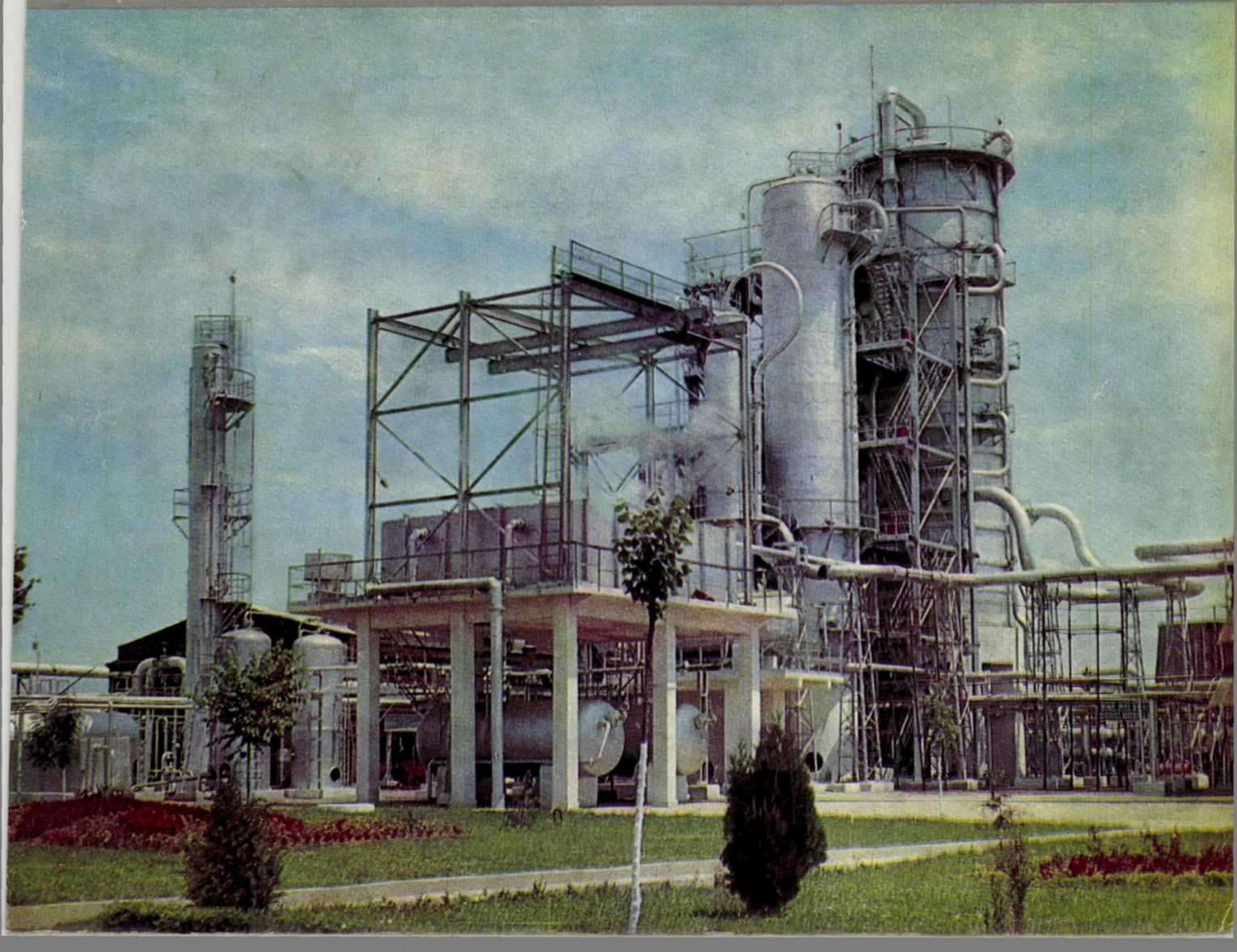
BD. 6 MARTIE NR. 42, BUCUREȘTI — ROMÎNIA
TEL. 15.70.17 • TELEX: 266

E 1445

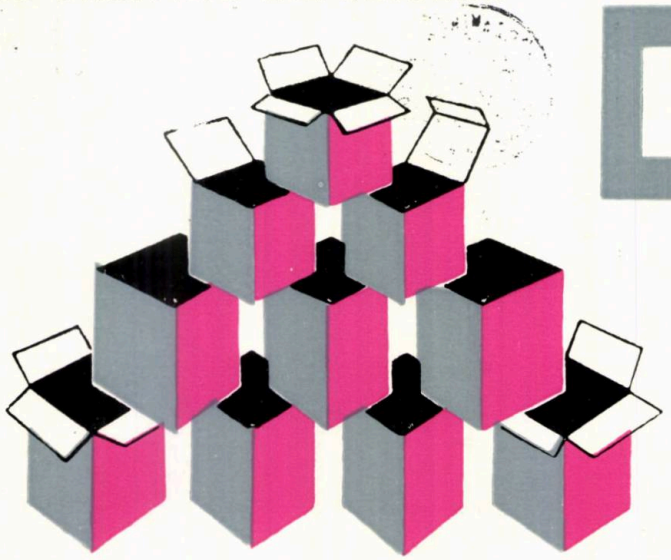
PETROL SI GAZE

11

BUCUREŞTI • NOIEMBRIE 1963
VOL. 14 • P. 525 — 580



IMPREGNANȚI ROMÎNEȘTI
DE CALITATE SUPERIOARĂ



PARAFINĂ TRANSPARENTĂ:

Punct de topire, °C	52/54	56/58	58/62
Conținut de ulei ASTM max., %	0,5	0,5	0,5

C E R E Z I N Ă

BITUM INDUSTRIAL

(PENTRU CONSTRUCȚII DE DRUMURI)

	C	D	parafinos
Punct de înmuiere I și B °C min.	90	85	85
Conținut de parafină (cu punct de topire min. 45°C) max.	2	2	6

Exportă:

PETROLEXPORT

BD. 6 MARTIE NR. 42 • BUCUREȘTI — ROMÎNIA

TEL. 15.70.17 • TELEX: 266

E 1445

PETROL SI GAZE

ORSZÁGOS MŰSZAKI KÖNYVTÁR ÉS DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT 1883

cuprins

	Pag.
R. MUȚIU: **Contribuții la studiul paleontologic al depozitelor neocomiene din vestul Platformei moezice**	525—531
D. ARSENESCU și D. CODREANU: **Prevederea comportării zăcămintelor care produc în regim de gaze dizolvate în cazul aplicării unui proces de recuperare secundară prin injecție de gaze**	532—546
S. SOCOL și C. EVGHENIDE: **Considerații cu privire la efectuarea unor perfecționări ale proceselor tehnologice din extracția țițeiului o dată cu introducerea automatizării**	547—554
A. PAVEL: **Considerații asupra schimbului de căldură între particule solide și un mediu gazos în strat fluidizat**	555—562
H. PAȘCAL: **Asupra problemei curgerii amestecului compresibil gaze-țiței prin duze**	563—570
I. SCHEIANU și E. CRISTOLOVEANU: **Obținerea cerezinei cu punct de topire ridicat și culoare deschisă**	571—574
CRONICĂ	576
SCURTE ȘTIRI	577
DOCUMENTARE	577—578
RECENZII	579—580

COMITETUL DE REDACȚIE

Ing. I. NICULESCU, Laureat al Premiului de Stat, redactor responsabil, ing. GH. ALDEA, ing. I. COSTESCU, ing. V. COVRIG, dr. ing. N. CRISTEA, Laureat al Premiului de Stat, dr. ing. AL. DRĂGAN, ing. I. ISTRATE, ing. G. PACOSTE, ing. N. ROȘCA, ing. I. TOCAN, candidat în științe tehnice și ing. A. ZBEREA.

Fotografia de pe copertă reprezintă blocul de ulei de la Rafinăria-Teleajen

содержание

Р. МУЦИУ: **К вопросу палеонтологического изучения неокомовых отложений на западе Мезийской платформы** ..... 525—531

Д. АРСЕНЕСКУ и Д. КОДРЯНУ: **Предсказание поведения месторождений, являющихся производительными в участках растворенного газа в случае применения способа вторичной добычи посредством закачки газа** ..... 532—546

С. СОКОЛ и К. ЕВГЕНИДЕ: **К вопросу усовершенствования ряда технологических процессов добычи нефти в условиях автоматизации** ..... 547—554

А. ПАВЕЛ: **О теплообмене между твердыми частицами и газовой средой в кипящем слое** ..... 555—562

А. ПАСКАЛ: **О вопросе истечения сжимаемой газонефтяной смеси через штуцер** ..... 563—570

И. СКЕИЯНУ и Е. КРИСТОЛОВЯНУ: **Получение светлого церезина с высокой температурой плавления** ..... 571—574

ХРОНИКА 576

ДОКУМЕНТАЦИЯ ..... 577—578

РЕЦЕНЗИИ ..... 579—580

Р. МУЦИУ: **К вопросу палеонтологического изучения неокомовых отложений на западе Мезийской платформы.**

В статье дается монографическое изложение неокомовой фауны полученной из отложений пробуренных в западной части Мезийской платформы.

Эта фауна содержит 13 макроокаменелостей, в большинстве аммонитов, благодаря чему впервые представляется возможным разграничить ряд ярусов неокомовой свиты в изученном участке.

В работе приводится систематическое описание макрофауны, а также её географическое и стратиграфическое распространение. Настоящий труд является первой макропалеонтологической работой по бурению в РНР.

Petrol şi gaze *14*, № 11, 1963 стр. 525—531
ДК 622.1 : 553.982 : 665.51

С. СОКОЛ и К. ЕВГЕНИДЕ: **К вопросу усовершенствования ряда технологических процессов добычи нефти в условиях внедрения автоматизации.**

В статье анализируются технологические процессы добычи и сбора нефти с учетом конкретных условий в РНР и предлагается ряд необходимых изменений, обуславливаемых внедрением автоматизации. Этим обеспечивается значительно повышенная экономическая эффективность.

Petrol şi gaze 14, № 11, 1963 стр. 547—554
ДК 622.276.277 : 665.51

А. ПАВЕЛ: **О теплообмене между твердыми частицами и газовой средой в кипящем слое.**

После краткого обзора двух схем проведения процесса флюидизации, автор переходит к изложению и анализу результатов основных проведенных в последнее время исследований в целях определения коэффициента теплообмена α. Замечания и выводы изложенные в этой работе, там где не делается каких-либо уточнений, принадлежат автору в связи с проводимыми им исследованиями в области теплообменных аппаратов с кипящим слоем.

Petrol şi gaze 14 № 11, 1963 стр. 555—562
ДК 66.096.5 : 536.24

А. ПАСКАЛ: **О вопросе истечения сжимаемой газонефтяной смеси через штуцер.**

В статье расматривается гидродинамическое и термодинамическое поведение двухфазной жидкостно-газовой смеси в случае истечения через штуцер, с учётом эффекта взаимодействия между фазами смеси. Устанавливаются отношения между геометрическими размерами штуцера и параметрами истечения, с целью определения дебита газа или потери давления, в случае наличия жидких примесей, воды или конденсата в газовом потоке.

Petrol şi gaze *14*, № 11, 1963 стр. 563—570
ДК 665.51 : 662.69 : 621.646

inhaltsverzeichnis

R. MUTIU : **Beiträge zum paläontologischen Studium der Neokom — Lagerstätten im Westen der Moesischen Plattform** ..... 525 – 531

D. CODREANU und D. ARSENESCU : **Die Vorausbestimmung des Verhaltens in Gebieten gelöster Gase von geförderten Lagerstätten, bei Anwendung eines sekundären Rückgewinnungsprozesses durch Gasinjektion** ..... 532 – 546

S. SOCOL und C. EVGHENIDE : **Betrachtungen über die Vervollkommnung der technologischen Prozesse bei der Erdölförderung im Hinblick auf die Automatisierung** ..... 547 – 554

A. PAVEL : **Betrachtungen über der Wärmeaustausch zwischen festen Teilchen und gasförmigem Medium in der Wirbelschicht** ..... 555 – 562

H. PASCAL : **Zur Frage des Fliessens des verdichtbaren Gas-Erdöl-Gemisches durch Düsen** ..... 563 – 570

I. SCHEIANU und E. CRISTOLOVEANU : **Die Gewinnung von Zeresin mit hohem Schmelzpunkt und heller Farbe** ..... 571 – 574

CHRONIK 576

DOKUMENTIERUNG ..... 577 – 578

BUCHBESPRECHUNGEN ..... 579 – 580

R. MUTIU : **Beiträge zum paläontologischen Studium der Neokom-Lagerstätten im Westen der Moesischen Plattform.**

Der vorliegende Aufsatz ist eine monographische Darlegung der Neokom-Fauna, die aus den angebohrten Lagerstätten im Westen der Moesischen Plattform zu Tage gefördert wurde. Sie umfasst 13 Makrofossilien, zum Grossteil Ammoniten, wobei es zum ersten Mal gelang, einige Stufen der Neokom-Reihe im untersuchten Gebiet festzulegen.

Der Verfasser beschreibt systematisch die Makrofauna und ihre geographische und stratigraphische Verteilung, wodurch diese Monographie als die erste makropaläontologische Arbeit über Bohrungen in der RVR angesehen werden kann.

Petrol şi Gaze *14*, nr. 11, 1963, p. 525 – 531
D.K. 622.1 : 553.982 : 665.51

S. SOCOL und C. EVGHENIDE : **Betrachtung über die Vervollkommnung der technologischen Prozesse bei der Erdölförderung im Hinblick auf die Automatisierung.**

Im Aufsatz werden die technologischen Prozesse bei der Erdölförderung und Gewinnung im Verhältnis zu den konkreten Bedingungen der VR dargelegt und ferner zugleich mit der Einführung der Automatisierung einige notwendige Änderungen vorgeschlagen. Auf diese Weise wird eine wesentlich erhöhte Wirtschaftlichkeit angestrebt.

Petrol şi Gaze *14*, nr. 11, 1963, p. 555 – 562
D.K. 622.276/277.665.51

A. PAVEL : **Betrachtungen über den Wärmeaustausch zwischen festen Teilchen und gasförmigem Medium in der Wirbelschicht.**

Der Verfasser gibt einen kurzen Ueberblick der beiden Wirbelschichtverfahren, beschreibt und untersucht die Ergebnisse der in letzter Zeit vorgenommenen wichtigsten Untersuchungen zur Bestimmung des Wärmeaustauschkoeffizientes. Die im Aufsatz enthaltenen Beobachtungen und Schlussfolgerungen- wenn keine andere Angaben vorliegen- sind dem Verfasser eigen der sich mit dem Studium einiger Wirbelschicht-Wärmeaustauscher befasst.

Petrol şi Gaze *14*, nr. 11, 1963 p. 547 – 554
D.K. 66.095 : 536.24

H. PASCAL : **Zur Frage des Fliessens des verdichtbaren Gas-Erdöl-Gemisches durch Düsen.**

Der Verfasser untersucht das hydrodynamische und thermodynamische Verhalten des Flüssigkeit-Gas-Gemisches beim Durchfliessen einer Düse, sowie die gegenseitige Einwirkung der Gemischphasen. Es werden die Beziehungen zwischen den geometrischen Abmessungen der Düse und den Flussparametern festgelegt, um den Gasdurchfluss oder den Druckverlust im Falle der Anwesenheit von flüssigen Verunreinigungen, Wasser oder Kondensat, im Gasfluss zu bestimmen.

Petrol şi Gaze *14*, nr. 11, 1963, p. 563 – 570
D.K. 665.51 : 662.69 : 621.646.

Sommaire

R. MUTIU : **Contributions à l'étude paléontologique des dépôts néocomiens de l'ouest de la plate-forme mésique** ..... 525 – 531

D. ARSENESCU et D. CODREANU : **La prévision du comportement des gisements produisant dans des régions de gaz dissous, dans le cas de l'application d'un processus de récupération secondaire par injection à gaz** ..... 532 – 546

S. SOCOL et C. EVGHENIDE : **Considérations sur certains perfectionnements apportés aux processus technologiques de l'extraction du pétrole brut par suite de l'automation** ..... 547 – 554

A. PAVEL : **Considérations sur l'échange de chaleur entre les particules solides et un milieu gazeux dans la couche fluidisée** ..... 555 – 562

H. PASCAL : **Sur le problème de l'écoulement du mélange compressible gaz-pétrole brut à travers les pointeaux.** ..... 563 – 570

I. SCHEIANU et E. CRISTOLOVEANU : **L'obtention de la cérésine au point de fusion élevé et d'une couleur claire** ..... 571 – 574

CHRONIQUE 576

DOCUMENTATION ..... 577 – 578

COMPTES-RENDUS ..... 579 – 580

R. MUTIU : **Contributions à l'étude paléontologique des dépôts néocomiens de l'ouest de la plate-forme mésique.**

L'article constitue une présentation monographique de la faune néocomienne extraite des dépôts forés dans la partie ouest de la plate-forme mésique.

Elle comprend 13 macrofossiles, pour la plupart ammonites, réussissant à jalonner pour la première fois certains étages dans la suite néocomienne de l'unité étudiée.

L'ouvrage présente la description systématique de la macrofaune, ainsi que sa répartition géographique et stratigraphique étant le premier ouvrage macro-paléontologique de forage de la R.P.R.

Petrol şi Gaze *14*, 11, 1963 p. 525 – 531
C.D. 622. 1 : 553.982 : 665.51.

S. SOCOL et C. EVGHENIDE : **Considérations sur certains perfectionnements apportés aux processus technologiques de l'extraction du pétrole brut par suite de l'automation.**

L'article contient une analyse des processus technologiques ayant trait à l'extraction et à la collecte du pétrole brut. Compte tenu des conditions concrètes de la R.P.R., on propose certaines modifications considérées nécessaires par suite de l'introduction de l'automation et destinées à assurer une efficacité économique substantiellement accrue.

Petrol şi Gaze *14*, 11, 1963 p. 547 – 554
C.D. 622.276.277 : 665.51

A. PAVEL : **Considérations sur l'échange de chaleur entre les particules solides et un milieu gazeux dans la couche fluidisée.**

Après avoir brièvement passé en revue les deux schémas de réalisation de la fluidisation, l'auteur présente, sous une forme analytique, les résultats des principales recherches effectuées récemment en vue de déterminer le coefficient d'échange de chaleur α. Les observations et conclusions contenues par le présent ouvrage appartiennent — sauf mention contraire — à l'auteur, qui s'occupe de l'étude de certains appareils pour l'échange de chaleur en couche fluidisée.

Petrol şi Gaze *14*, nr. 11, 1963, p. 555 – 562
C.D. 660.96.5 : 536.24

H. PASCAL : **Sur le problème de l'écoulement du mélange compressible gaz-pétrole brut à travers les pointeaux.**

L'auteur étudie le comportement hydrodynamique et thermodynamique du mélange biphasique liquide-gaz dans le cas de l'écoulement à travers un pointeau, ainsi que l'effet de l'interaction des phases du mélange. On établit les relations entre les dimensions géométriques du pointeau et les paramètres de l'écoulement, afin de déterminer le débit des gaz ou les pertes de pression, dans le cas de la présence des impurités liquides, eau ou vapeurs condensées dans le courant de gaz.

Petrol şi Gaze *14*, 11, 1963, p. 563 – 570
C.D. 665.51 : 662.69 : 621.646

contents

R. MUTIU : **Contributions to the palaeontological study of Neocomian deposits in the western Mesian platform** 525–531

D. ARSENESCU and D. CODREANU : **Forecasting the behaviour of deposits producing in dissolved gas regions in the case of the application of a secondary recovery process by gas injection** 532–546

S. SOCOL and C. EVGHENIDE : **Considerations concerning some improvements in the technological processes of crude oil extraction as a result of automation** 547–554

A. PAVEL : **Considerations on the heat exchange between solid particles and a gaseous medium in a fluidized layer** 555–562

H. PASCAL : **Concerning the problem of the flow of a compressible gas crude oil mixture through beans** 563–570

I. SCHEIANU and E. CRISTOLOVEANU : **The obtention of light-coloured ceresin wax with a high melting point** 571–574

CHRONICLE 576

DOCUMENTATION 577–578

REVIEWS 579–580

R. MUTIU : **Contributions to the palaeontological study of Neocomian deposits in the western Moesian platform.**

The paper represents a monographic presentation of the Neocomian fauna extracted from the deposits drilled in the western areas of the Moesian platform.

It contains 13 macrofossils most of which ammonites and succeeds in staking out some layers of the Neocomian succession in the unit studied.

The work contains a systematic description of the macrofauna and of its geographical and stratigraphic distribution being the first macropalaeontological drilling work in the R.P.R.

Petrol şi Gaze *14*, 11, 1963, p. 525–531
D.C. 622.1 : 553.982 : 665.51

S. SOCOL and C. EVGHENIDE : **Considerations concerning some improvements in the technological process of crude oil extraction as a result of automation.**

The paper analyses the technological processes associated with crude oil extraction and collecting. Some modifications considered necessary as a result of automation and likable to insure a markedly increased economic efficiency in the light of the concrete conditions of the R.P.R. are suggested.

Petrol şi gaze *14*, 11, 1963 p. 547–554
D.C. 622.276.277 : 665.51

A. PAVEL : **The heat exchange between particles and a gaseous medium in fluidized layer.**

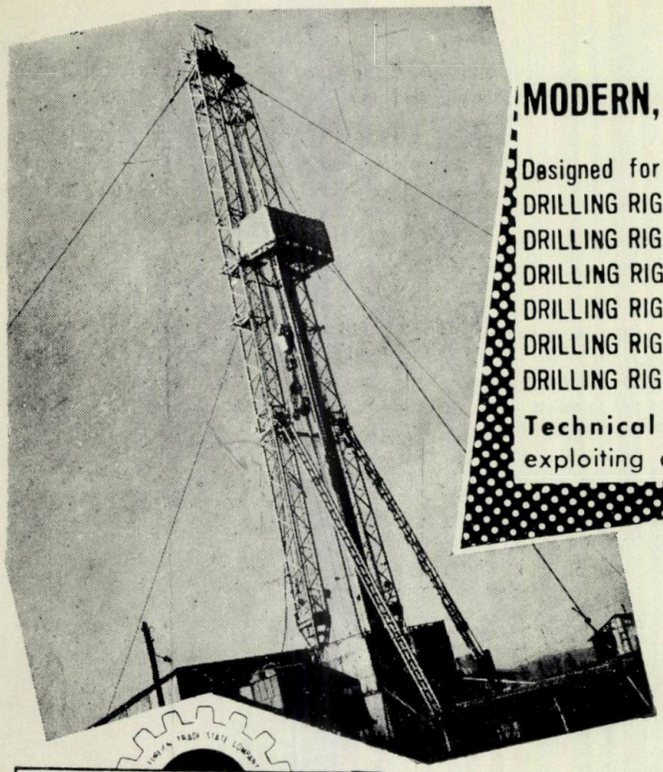
After briefly describing the two fluidization schemes, the author presents and analyses some results of the main researches carried out in recent years for determining the heat exchange coefficient α. The observations and conclusions contained by this paper belong — unless otherwise stated — to the author which deals with studies on apparatus for heat exchange in fluidized layer.

Petrol şi Gaze *14*, nr. 11, 1963, p. 555–562
D.C. 66.096.5 : 536.24

H. PAŞCAL : **Concerning the problem of the flow of a compressible gas-crude oil mixture through beans.**

The author studies the hydrodynamic and thermodynamic behaviour of a two-phase liquid-gas mixture flowing through a bean, taking into account the interaction of the mixture phases. Relations have been established between the geometrical sizes of the bean and the flow parameters, in order to determine the gas output or pressure losses, where liquid impurities, water or condensate are present in the gas current.

Petrol şi gaze *14*, 11, 1963 p. 563–570
D.C. 665.51 : 662.69 : 621.646.



MODERN, RAPID, HIGHLY EFFICIENT DRILLING EQUIPMEN

Designed for oil and gas well drilling of great, middle and small depth

DRILLING RIG, 4 DH-315 type, for drilling down to 6000—7000 m with $4^1/_2$'' drill pip
DRILLING RIG, 3 DH-200 type, for drilling down to 4500—5000 m with $4^1/_2$'' drill pip
DRILLING RIG, 4 LD-150 B type, for drilling down to 3200 m with $4^1/_2$'' drill pipes
DRILLING RIG, 2 DH-75 A type, for drilling down to 2000 m with $4^1/_2$'' drill pipes
DRILLING RIG, T-50 A type, for drilling down to 1200 m with $4^1/_2$'' drill pipes
DRILLING RIG, S-25 type, for structural boring down to 1200 m with $2^7/_8$'' drill pipes

Technical assistance for setting up, putting into operation and exploiting drilling rigs.

INDUSTRIALEXPORT

BUCHAREST — RUMANIA
Str. Gabriel Péri Nr. 2
Telephone: 116 ● Telex: 224

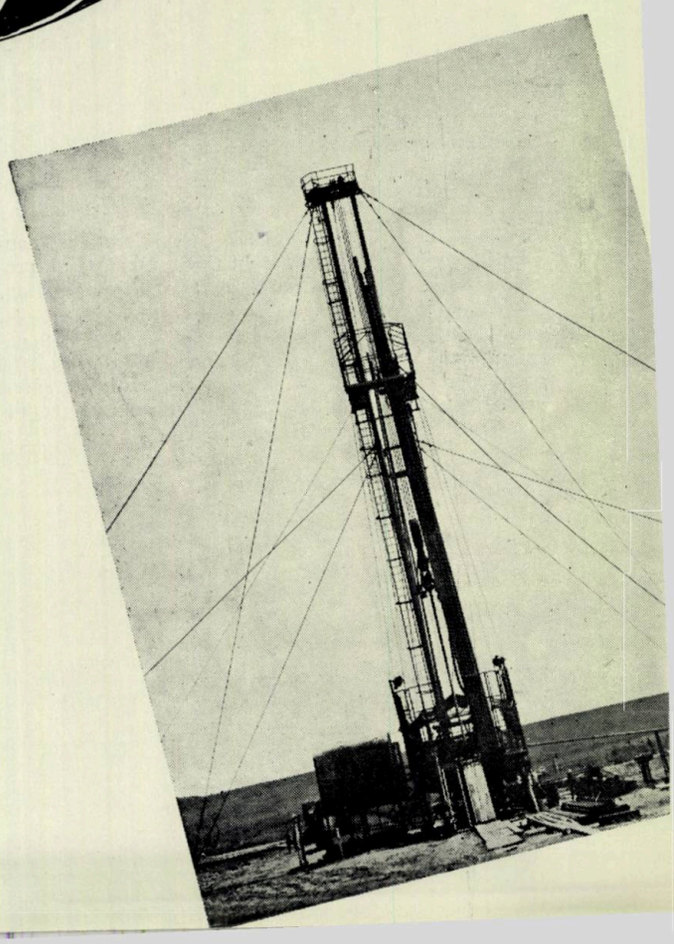
INDUSTRIALEXPORT

INSTALLATIONS DE FORAGE MODERNES, RAPIDES ET À GRAND RENDEMENT

Destinées au forage des puits de pétrole brut et de gaz pour grandes, moyennes et faibles profondeurs.

INSTALLATION 4 DH-315
pour forage à 6000—7000 m avec tiges de $4^1/_2$''
INSTALLATION 3 DH-200
pour forage à 4500—5000 m avec tiges de $4^1/_2$''
INSTALLATION 4 LD-150 B
pour forage à 3200 m avec tiges de $4^1/_2$''
INSTALLATION 2 DH-75 A
pour forage à 2000 m avec tiges de $4^1/_2$''
INSTALLATION T-50 A
pour forage à 1200 m avec tiges de $4^1/_2$''
INSTALLATION S-25
pour forage de structure jusqu'à 1200 m avec tiges de $2^7/_8$''.

Assistance technique pour le montage, la mise en fonction et l'exploitation des installations.



petrol și gaze

ANUL XIV Nr. 11 NOIEMBRIE 1963
ORGAN AL MINISTERULUI INDUSTRIEI PETROLULUI ȘI CHIMIEI ȘI AL CONSILIULUI NAȚIONAL AL INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN R. P. R.

R. MUȚIU

Contribuții la studiul paleontologic al depozitelor neocomiene din vestul Platformei moezice

Lucrările de foraj efectuate în partea de vest a Platformei moezice au pus în evidență sub seria depozitelor albiene, predominant marnoase, cu o faună amonitică caracteristică, un facies marnos calcaros amonitic de adîncime.

Acestor sedimente, pe baza macrofaunei determinate, li s-a atribuit vîrsta neocomiană. În regiunea studiată, ele se așază peste depozitele malmului, reprezentate prin calcare noduloase roșii-vineții, cu o bogată faună de aphtichi jurasici.

În zona de ridicare Craiova-Optași raporturile dintre jurasic și neocomian par a fi de ușoară transgresiune, în timp ce în partea estică și în zona dunăreană a Platformei moezice ele sînt de continuitate de sedimentare.

Materialul paleontologic, care face obiectul lucrării de față, a fost recoltat numai din carote mecanice extrase din sonde. Unele forme au fost puse în evidență de A. Petrescu și N. Ștefănescu.

Din punct de vedere litologic, depozitele neocomiene din zona studiată sînt constituite din pachete de calcare compacte dure de culoare albă-cenușie deschisă, pe alocuri avînd aspect cretos și prezentînd unele intercalații subțiri de marne și marno-calcare cenușii-verzui.

În secțiuni subțiri calcarele hauteriviene prezintă structură fină criptocristalină pelitiformă, fiind constituite din romboedri de calcit, $CaCO_3$ 87%, material pelitic argilos, granule de cuarț detritic și lamele de muscovit.

Th. Dăneț, analizînd în secțiuni carotele mecanice extrase dintr-un foraj de la Plăviceni (orizontul cu *Olcostephanus asterianus*), precum și dintr-o sondă de la Ciurești, a putut identifica numeroase forme de *Tintinnidae* caracteristice neocomianului :

Tintinnopsella carpathica Murgeanu și Filipescu.
Tintinnopsella longa Colom.
Calpionellopsis simplex Colom.

Suita depozitelor neocomiene în regiunea cercetată prezintă o grosime estimată la circa 250 m, individualizîndu-se bine pe carotajele electrice.

În cele ce urmează se prezintă descrierea formelor de macrofosile întîlnite în depozitele neocomiene din partea de vest a Platformei moezice.

DESCRIEREA MACROFAUNEI

Lista macrofaunei

Brachiopode

1. *Zeilleria tamarindus* Sowerby (planşa I, fig. 1 şi 1 a).

Ammoniţi

2. *Crioceratites nolani* Kilian (planşa I, fig. 2).
3. *Crioceratites* cf. *nolani* Kilian (planşa I, fig. 3 a şi 3 b).
4. *Olcostephanus* (Astieria) cf. Jeannotii d'Orbigny (planşa I, fig. 4 a şi 4 b).
5. *Olcostephanus asterianus* d'Orbigny (planşa II, fig. 8).
6. *Spitidiscus* sp. (aff. *S. Fallacior* Coquand), (planşa I, fig. 5 a şi 5 b).
7. *Phylloceras* sp. (planşa I, fig. 6 a şi 6 b).
8. *Neocomites* sp. (planşa I, fig. 7).
9. *Haploceras* cf. *carachtheis* Zeusch. (planşa II, fig. 9).
10. *Leptoceras* sp. (planşa II, fig. 10).

Aptychi

11. *Lamellapthychus mortilleti* Pictet şi Loryol varietatea *longa* (planşa II, fig. 11).
12. *Lamellapthychus angulocostatus* Peters (planşa II, fig. 12).

Belemniţi

13. *Pseudobelus bipartitus* Blain. (planşa II, fig. 13 şi 13 a).

BRACHIOPODE

Suprafamilia *Terebratellacea*

Familia *Zeilleridae* Rollier.

Genul *Zeilleria* Bayle 1878.

Zeilleria aff. tamarindus Sowerby.

(Planşa I, fig. 1 şi 1a).

Terebratula tamarindus, Sowerby, 1836, p. 338, tabela 14, figura 8. *Zeilleria tamarindus* Karakaş, 1907, p. 214, tabela 20, figurile 6, 9, 19, 24, tabela 19, figurile 19, 20.

Descriere: conturul cochiliei variat, de formă dreptunghiular-rotunjită sau pentagonal-rotunjită, cu valve bombate în mod egal, lăţimea deseori apropiindu-se de lungime.

Valva mică este prevăzută cu un septum median relativ gros, prelungindu-se pînă la mijlocul ei. Comisura frontală prezintă o inflexiune mai mult sau mai puţin pronunţată.

Umbone masiv prevăzut cu un foramen mic; unghiul apical 85—110°.

Răspîndire: barremianul inferior din Crimeea, hauterivian-barremianul din Caucazul de nord, barremian-apţianul din Georgia, apţian-albianul din Anglia, hauterivian-apţianul din Franţa.

Specia a fost întîlnită de către noi în calcarele neocomiene din zona Ciureşti.

AMMONIŢI

Suprafamilia *Ancyloceratacea.*

Familia *Crioceratidae* Wright.

Genul *Crioceratites* Leveille, 1837 (*Crioceras* d'Orbigny 1842).

Crioceratites nolani Kilian.

(Planşa I, fig. 2).

Crioceras duvali, d'Orbigny, 1840, p. 459, tabela 113, figurile 1 şi 4.

Crioceras picteti, Karakaş, 1907, p. 135, tabela 16, figurile 5a şi 5b, tabela 27, figura 11.

Crioceras nolani, Kilian, 1907, 1907 B, p. 224, tabela 4, figurile 3a şi 3b, Sarkar 1955, p. 44, tabela 7, figura 19.

Descriere: cochilie de mărime medie derulată; secţiunea este ovală, dreptunghiulară, partea exterioară rotunjită.

Prezintă coaste principale bine dezvoltate cu tuberculi, separînd între ele coaste drepte intermediare (6—12).

Forma prezintă trei rînduri de tuberculi, care pot fi ombilicali, laterali şi marginali.

Coastele interioare cîteodată se bifurcă. Se bifid în mijlocul părţii laterale. Pe partea dorsală coastele devin mai puţin proeminente şi formează o curbură anterioară.

Răspîndire: hauterivian-barremianul din Crimeea de sud şi de vest, Caucazul de nord, Gruzia şi Europa de vest.

Un exemplar bine conservat s-a recoltat din seria carbonatată neocomiană din zona Rîmeşti (nord Balş).

Suprafamilia *Ancyloceratacea.*

Familia *Crioceratidae* Wricht.

Genul *Crioceratites* Leveille, 1837. (*Crioceras* d'Orbigny 1842).

Crioceratites cf. *nolani* Kilian.

(Planşa I, fig. 3a şi 3b).

Descriere: un fragment dintr-o tură de cochilie puternic derulată ne-a parvenit din seria carbonatată neocomiană.

Forma este aplatisată, prezentînd coaste principale mai groase şi un număr de 6—12 coaste intermediare mai fine.

Prezintă trei rînduri de tuberculi: ombilicali, centrali şi marginali.

Răspîndire: hauterivian — zona Ciureşti.

Suprafamilia *Perisphinctaceae.*

Familia *Olcostephanidae* Haug, 1910.

Genul *Olcostephanus* Neumayr, 1875. (*Astieria* Pavlow 1892)

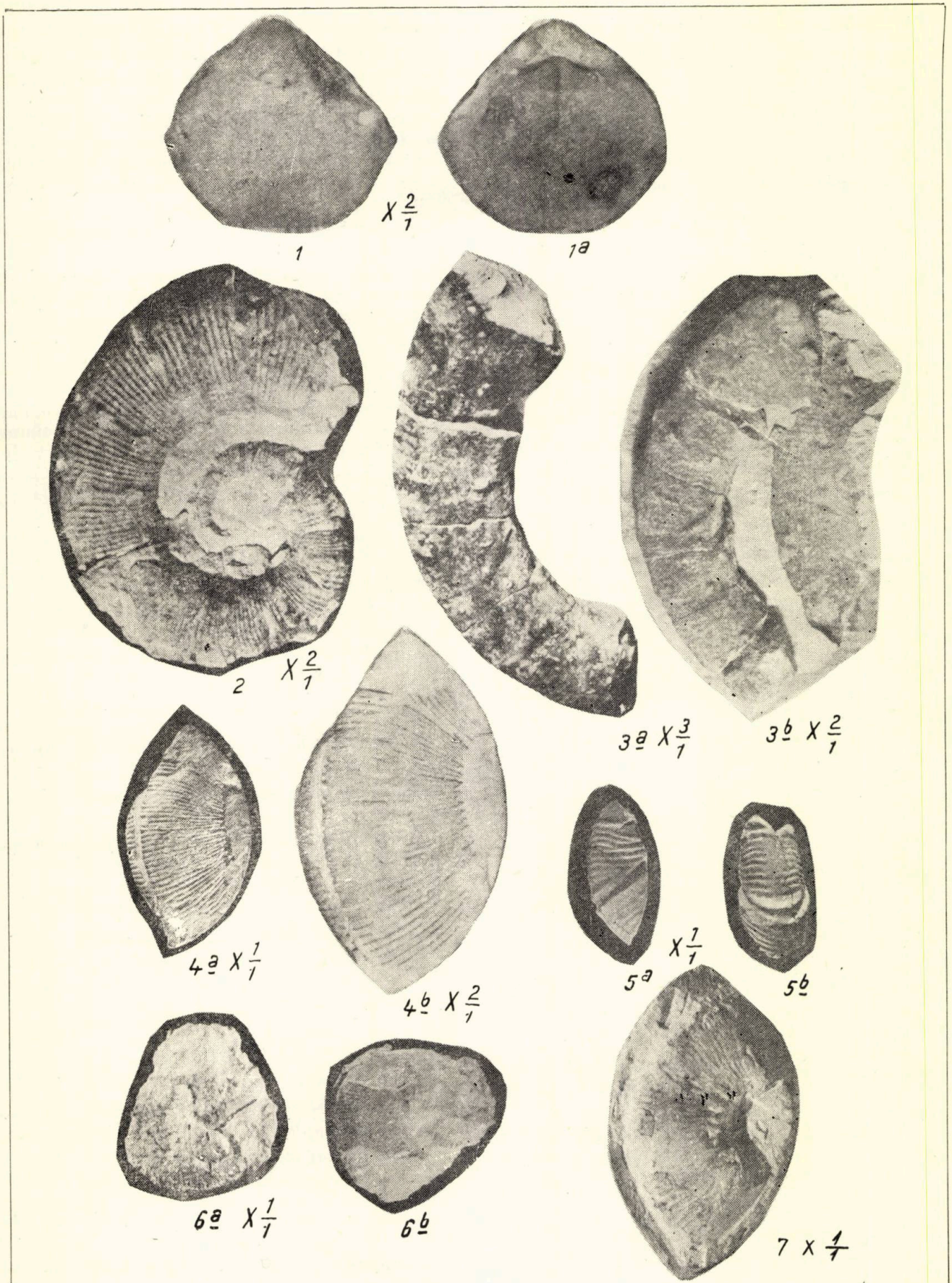
Olcostephanus (Astieria) cf. Jeannotii d'Orbigny

(Planşa I, fig. 4a şi 4b).

Ammonites Jeannotii d'Orbigny, Paleontologia Franţei. Depozite cretacice, 1840, planşa 56, figurile 3, şi 5, p. 188.

Ammonites Jeannotii, Quenstedt, Petref Cephalopode din Germania, 1846, planşele 165 şi 182.

Ammonites Jeannotii, Pictet şi Campiche. Descrierea fosilelor din depozitele cretacice din împrejurimea localităţii Sainte Croix, 1860, planşa 367.



Planşa I

Olcostephanus Jeannotii, Neumayr. Asupra ammoniților cretacici. Publicația Academiei imperiale de științe, vol. 71, secția I, 1875, planșa 679.

Descriere: cochilie de talie medie, involută, cu ombilic destul de îngust și adînc.

Forma este bombată, cu laturi convexe.

Nu prezintă tuberculi. Coaste drepte, în fascicule, în număr de cîte două sau trei, se continuă pe partea ventrală.

Răspîndire: este citată în neocomianul din Franța, în bazinul Dîmbovicioarei din R.P.R. și în valanginianul superior și hauterivianul inferior din R.P. Bulgaria.

A fost întîlnită de către noi în seria carbonatată neocomiană din zona Ciurești.

Suprafamilia *Perisphinctaceae.*

Familia *Olcostephanidae* Haug. 1910.

Genul *Olcostephanus* Neumayr 1875.
(*Astieria* Pavlow, 1892).

Olcostephanus asterianus d'Orbigny.
(Planșa II, fig. 8).

Ammonites asterianus d'Orbigny, 1840, p. 115, tabela 28, figurile 1 și 3.

Ammonites asterianus, Quenstedt, 1846. Petref Cephalopode din Germania, p. 181.

Ammonites asterianus, 1853. Geologia Elveției, II, p. 72 și 280.

Ammonites asterianus, Pictet și Campiche 1860. Descrierea fosilelor din depozitele cretacice din jurul localității Saint Croix, planșa 43, p. 296 și 367.

Olcostephanus asterianus, Neumayr, 1875. Asupra ammoniților cretacici. Publicația Academiei imperiale de științe, volumul 71, partea I.

Olcostephanus (Astieria), Astieria Pavlow & Lamplugh, 1892, p. 136, tabela 17, figura 15.

Descriere: cochilie de dimensiune medie, involută, cu ombilic destul de îngust și adînc. Prezintă ture puternice, bombate; secțiunea transversală reniformă. Tuberculi ombilicali foarte dezvoltați, de la care pornesc coaste drepte în număr de patru pînă la șase, de la fiecare tubercul, care trec pe partea ventrală fără întrerupere.

Răspîndire: este citat în hauterivianul inferior din Crimeea, Caucazul de nord și Europa de vest.

A fost recoltat de noi un exemplar foarte bine conservat din seria carbonatată a neocomianului din zona Plăviceni.

Familia *Holcodiscidae* Spath.

Genul *Spitidiscus* Kilian, 1907.

Spitidiscus sp. (aff. *Spitidiscus Fallacior* Coquand)
(Planșa I, fig. 5a și 5b).

Ammonites fallacior Coquand în Matheron 1878, tabela C-19, figura 4.

Holcodiscus fallacior Karakaș, 1907, p. 115, tabela 9, figurile 28 și 31.

Descriere: cochilia de talie mică. Secțiunea transversală ovală; ombilic mijlociu, prezintă tranșat două strangulări adînci; între ele, coaste intermediare drepte și bifurcate, puțin sinuoase.

Spre ombilic coastele tind a se îngroșa, dar tuberculi nu se pot observa.

Răspîndire: hauterivian. S-a recoltat forma descrisă în seria carbonatată a neocomianului din zona Ciurești.

Phylloceras sp.
(Planșa I, fig. 6a și 6b).

Descriere: un exemplar de talie mică, cu cochilie involută, avînd înălțimea mai mare ca lungimea și prezentînd un număr mare de coaste, fine, aproximativ drepte, care spre ombilic se atenuează, ne-a parvenit din seria carbonatată a neocomianului.

Se poate distinge vag și linia lobară, care, de altfel, nu este bine conservată.

Inflexiunea coastelor variază cu vîrsta.

Răspîndire: neocomianul din Platforma moezică, Dîmbovicioara etc.

A fost întîlnit în forajele de la Cartojani.

Neocomites sp.
(Planșa I, fig. 7).

Formă de talie mijlocie, cochilie semiinvolută, avînd partea centrală teșită.

Ombilicul mic, coastele puțin îndoite și ramificate.

Tuberculi ombilicali destul de proeminenți din care se ramifică coaste sinuoase, care apoi se întrerup pe partea ventrală.

Prezintă coaste intermediare sinuoase.

Tuberculii marginali și laterali lipsesc.

Exemplarul nostru este un fragment de tură, cu caractere intime de neocomites.

Răspîndire: forma a fost recoltată dintr-un pachet de calcare marnoase neocomiene din zona Ciurești.

Suprafamilia *Oppeliaceae.*

Familia *Haploceratidae* Zittel.

Genul *Haploceras* Zittel, 1887.

Haploceras cf. *carachtheis* Zeuschner.
(Planșa II, fig. 9).

Ammonites carachtheis Zittel, 1868, p. 84, tabela 15, figura 13.

Haploceras carachtheis. Socolov 1886, p. 20, tabela 4, figura 4, Retowski 1893, p. 242, tabela 9, figurile 10 și 11.

Descriere : cochilie de dimensiune mijlocie, alcătuită din trei ture ce se dezvoltă rapid. Ombilic îngust. Partea ventrală ușor bombată ; secțiunea transversală alungită dreptunghiular ; raportul dintre înălțime și lățime : 44—38.

Forma este puțin aplatisată și nu prezintă ornamentație ; în general slab conservată.

Răspîndire : valanginianul inferior din Crimeea, titonicul superior și valanginianul inferior din Europa de vest.

Exemplarul a fost recoltat de noi dintr-o coastă mecanică extrasă din seria carbonatată a neocomianului dintr-un foraj din zona Miroși.

Leptoceras sp.

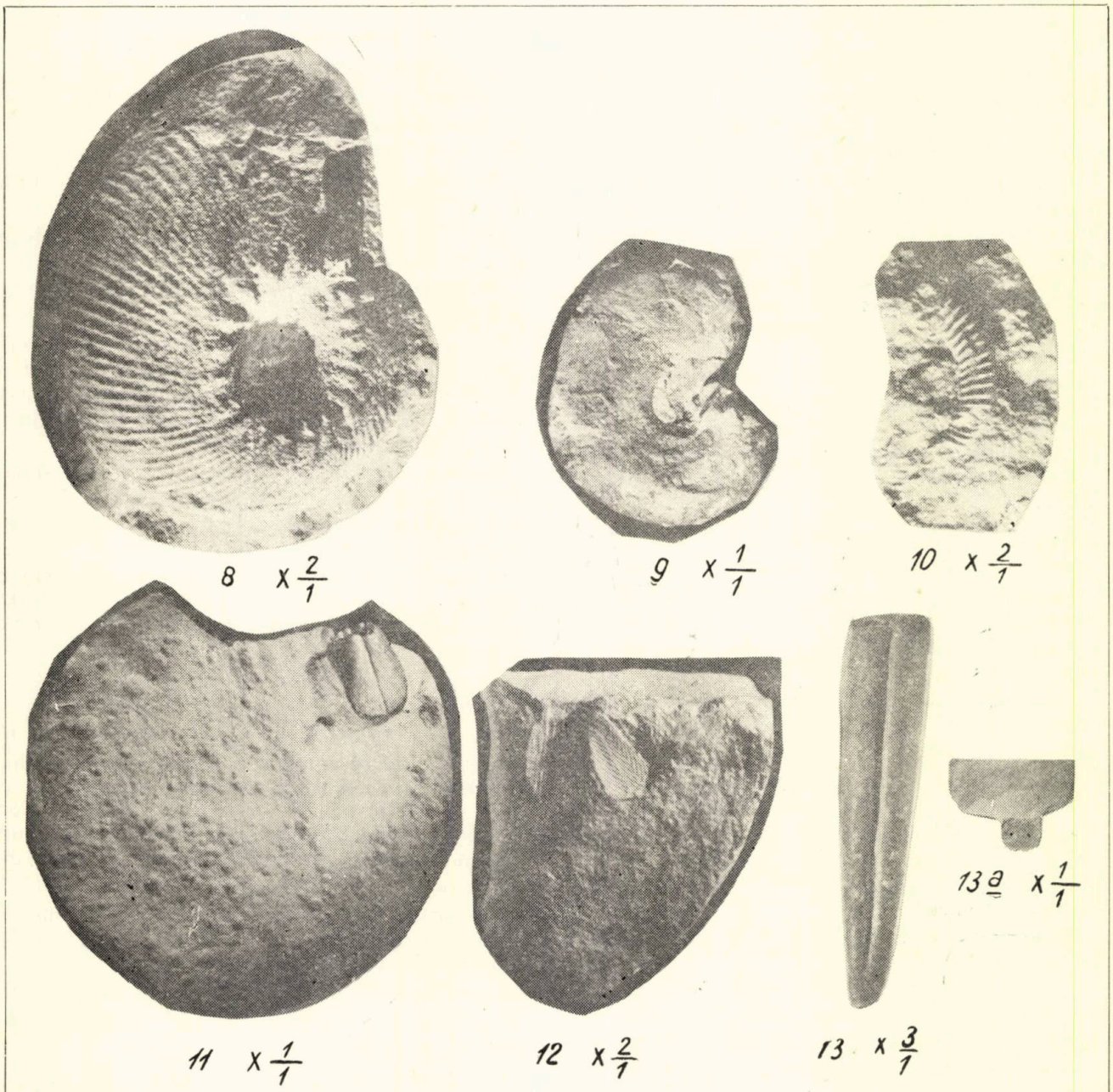
(Planșa II, fig. 10).

Un fragment din spira ne-a parvenit din seria carbonatată neocomiană a forajelor din zona Ciurești.

Forma prezintă drept caractere distinctive talie mică, cochilie derulată tip *crioceratites*, coaste puțin înclinate și bine conturate.

Macroexemplarul prezintă afinități cu *Leptoceras studeri Ooster* și este citat de F. Nicolov în valanginianul inferior din Balcani.

De asemenea forme de *Leptoceras* sp. sînt citate în berriasian de către G. Mazenot



Planșa II

(*Palaehoplitidae beriasiene* și *valanginiene* din sudestul Franței).

J. Piveteau îl citează ca gen urcînd pînă în apțian.

APTYCHI

GENUL *Lamellaptychus* Trauth, 1927.

Lamellaptychus mortilleti (Pct. și LOR) varietatea *longa*.

(Planșa II, fig. 11)

Aptychus undatocastus, Peters, 1854, p. 441.

Trigonellites studeri Ooster, 1857, p. 26—28, planșa 7, figura 1.

Lamellaptychus mortilleti varietatea *longa* Trauth, 1938, planșa 10, figurile 31 și 32.

Descriere: cele două exemplare bine conservate ce ne-au parvenit prezintă caractere identice cu exemplarul figurat de Trauth.

Conturul extern al acestui *aptych* este asemănător unui paralelogram.

Prezintă depresiune pe flanc; marginea simfizală dreaptă. Coastele, ca și la *Lamellaptychus submortilleti*, se arcuiesc spre marginea simfizală.

Acest *aptychus* se deosebește de *Lamellaptychus submortilleti* prin prezența depresiunii pe flanc. Se deosebește de *Lamellaptychus mortilleti* tip prin forma mai alungită.

Răspîndire: este citat în valanginian-hauterivianul inferior din R.P. Bulgaria și din Europa de vest.

Eșantioanele noastre au fost recoltate din calcarele marnoase neocomiene din regiunea Ciurești.

Lamellaptychus angulocostatus (Peters) 1854.

(Planșa II, fig. 12).

Aptychus angulocostatus Peters, S., 1854, p. 440—441.

Trigonellites didayi Ooster, 1857, p. 28—30, planșa 7, figurile 9 și 17

(non figura 8 = *Lamellaptychus didayi*; non figura 14 — 15 = *Lamellaptychus angulicostatus* varietatea *longa*);

(non figura 16 = *Lamellaptychus angulodidayi* varietatea *lata*) (non Coquand, 1841).

Aptychus angulocostatus Pictet & Loryol, 1858, p. 46—48, planșa X, figurile 3, 5—12 (non figura 4 — *Lamellaptychus angulicostatus* varietatea *longa*)

Aptychus angulicostatus Toula, 1892, planșa VI, figura 11.

Aptychus angulicostatus Kilian, 1907, p. 47, 89, 90, 163, 203, 206, 210, 212, 234; planșa 5, figura 2b (refăcută de Pictet și Loryol, 1858 planșa X, figura 3) (non figura 2a = *Lamellaptychus angulicostatus* var. *longa*).

Lamellaptychus angulocostatus Trauth, 1938, p. 204, planșa XIV, figura 12 (refăcută de Pictet și Loryol, 1858, planșa X, figura 3), figura 13.

Descriere: cochilie alungită dreptunghiulară, cu marginile neregulate.

Fragmentul ce ne-a parvenit prezintă o ornamentație compusă din coaste subțiri și dese, care spre marginea simfizală se frîng într-un unghi ascuțit, formînd cu aceasta un unghi de 45°.

Răspîndire: este citat în huaterivianul superior din Crimeea și în Europa de sud și de est.

Exemplarul recoltat provine din seria carbonatată neocomiană din zona Ciurești.

BELEMNIȚI

Familia *Belemnitidae* d'Orbigny.

Subfamilia *Belemnopsinae*.

Genul *Pseudobelus* Blainville, 1827.

Pseudobelus bipartitus Blainville.

(Planșa II, figurile 13 și 13a).

Pseudobelus bipartitus Blainville, 1827, p. 113, tabela 5, figura 19.

Duvalia bipartita, Svețov 1913, p. 45, tabela 2, figura 2.

Pseudobelus bipartitus, Krîmgolț 1939, p. 37, tabela 8, figura 3.

Descriere: rostrum alungit de formă cilindrică, terminîndu-se printr-un vîrf ascuțit. Prezintă două șanțuri laterale puternice, ceea ce face ca secțiunea transversală să prezinte o formă bipartită.

Partea alveolară lipsește aproape întotdeauna.

Răspîndire: forma este citată în valanginianul din Crimeea și Europa de vest și în hauterivianul din Abhazia.

Exemplarul descris a fost întîlnit pentru prima dată de către noi în seria carbonatată neocomiană străbătută de un foraj în zona Bălcești.

CONCLUZII

Pe baza formelor de macrofosile descrise în prezentul articol, seria carbonatată cretacică străbătută de forajele efectuate în partea vestică a Platformei moezice, din care au fost recoltate formele fosile respective, s-a atribuit neocomianului, așa cum consideră și geologii bulgari.

În urma diagnosticării taxonomice a macrofaunei conținute în suita acestor depozite, se pot conchide următoarele:

Barremianul, pînă în prezent, nu este dovedit în mod cert pe baza elementelor macrofaunistice întîlnite.

Hauterivianul este dovedit pe bază de amoniți: *Asteria* Jeannotii, *Olcostephanus astierianus*, *Crioceratites nolani* etc. și îl considerăm ca etajul cu grosimea cea mai dezvoltată și

cu cea mai bogată macrofaună din seria neocomianului.

Valanginianul inferior presupunem că există în zona Miroși; aici faciesul litologic este, însă, schimbat, calcarele devenind mai porțelanoase, amintind pe cele ale malmului. Ca faună menționăm: *Haploceras* cf. *carachteis*, *Neocomites* sp. *Leptoceras* sp? *Neocosmoceras*.

Estimăm grosimea acestui etaj la ordinul zecilor de metri.

În partea de vest a platformei faciesul neocomianului este pelitic, de adîncime și amonitic, amintind pe cel din bazinul Dîmbovicioarei, precum și faciesul unor bazine clasice care se deosebește de faciesul neritic din partea estică a Platformei moezice.

Limita superioară a neocomianului este presupusă convențional, după diagramele electrice, la circa 100 m deasupra nivelului cu *Asteria* Jeannotii, *Olcostephanus asterianus* și *Crioceratites nolani*.

Fauna inventariată de noi în neocomianul din partea vestică a Platformei meozice din R.P.R. a fost întîlnită și în neocomianul din R.P. Bulgaria (conform comunicării verbale a tov. Natalia Dimitrova din Sofia).

BIBLIOGRAFIE

[1] Costea, I., Balteș, N. *Corelări stratigrafice pe baza microfosilelor*, Editura tehnică, 1961.

[2] Drujița și Kudriavțeva. *Atlas nijnemelovoi faunî severnova Kavkaza i Krîma*, Gostoptehizdat, Moscova 1960.

[3] Grigoraș, N. *Geologia zăcămintelor de petrol și gaze din R.P.R.* Editura tehnică, 1961.

[4] Kilian, W. *Sur quelques gisments d'ammointes dans le jourasique supérieur et la crétacic des chains subalpines*, 1906.

[5] Murgeanu, Gh. și Patrulius, D. *Les formations mezoiques des Carpathes Roumaines et de leur avant pays.* Ann. Inst. Geol. Publ. Hungariae. VLIX. far. 1, 1960.

[6] Mazenot, G. *Les Palaehoplidae Titoniques et Berriasiens du sud-est de la France*, Paris 1939.

[7] Mutiu, R. *Studiul paleontologic al formațiunilor forate în Platforma moezică.* Arh. M.I.P.C. T. 129-B, 1961.

[8] Mutiu, R. *Studiul macrofaunistic al formațiunilor forate pentru țiței și gaze în anul 1962.* Arh. M.I.P.C. T. 143, 1962.

[9] Nicolov, T. *Amonitna fauna na Valanja v. Istocinia Prebalcan* Izd. na Blgar. Akad. Nauk, 1960.

[10] Patrulius, D. *Le mézozoique du massif moesien dans le cadre de la plaine roumaine de la Dobrogea centrale et méridionale.*

[11] Patrulius, D. și Tocarjescu, M. *Studiul stratigrafic al depozitelor neogene și neojurasice străbătute de forajul de la Atîrnați (Cîmpia română)* 1962.

[12] Pătruț, I., Popescu, M., Teodorescu, C, Molnar, M. *Contribuții la cunoașterea geologiei Platformei moezice.* Stratigrafia. În: Petrol și Gaze nr. 11, București, 1961.

[13] Stefanov, I. *Amoniatnîi operculmi (aptihi) ot dolnata Kreda v Blgaria.* Blgar. Akad. Nauk, Sofia, 1961.

[14] Stănculescu, C., Dicescu, S., Dumitrescu, Gh., Grigoraș, N. *Studiul geologic complex al Platformei moezice.* Arh. M.I.P.C. T. 103, 1961.

[15] Sarasin, Gh. și Schondelmayer. *Ammonites du crétaciques inférieur du Chatel Saint Denis*, Genève, 1901.

Spitalul Petroliștilor din Moinești

Ing. geolog D. ARSENESCU
și ing. D. CODREANU

Prevederea comportării zăcămintelor care produc în regim de gaze dizolvate în cazul aplicării unui proces de recuperare secundară prin injecție de gaze

În literatura de specialitate au apărut lucrări care tratează problema estimării în mod simplu și rapid a factorului de recuperare în regim de gaze dizolvate [1, 2]. Cum era și firesc, s-a pus problema găsirii unei metode la fel de simple și rapide de prevedere a zăcămintelor care au produs în regim de gaze dizolvate, în cazul aplicării unui proces de recuperare secundară prin injecție de gaze.

Astfel, folosind metoda lui Buckley și Leverett au fost construite o serie de nomograme cu ajutorul cărora, cunoscînd recuperarea primară a zăcămîntului în regim de gaze dizolvate, se pot prevedea comportarea acestuia în cazul recuperării secundare prin injecție de gaze, precum și factorul final de recuperare și cantitatea suplimentară de țiței extrasă din zăcămînt la sfîrșitul procesului de recuperare secundară prin injecție de gaze.

MODUL DE CALCUL AL FACTORULUI DE RECUPERARE ÎN REGIM DE GAZE DIZOLVATE

În continuare se descrie o metodă rapidă și simplă de estimare a factorului final de recuperare în cazul unor zăcăminte care produc în regim de gaze dizolvate, pe baza unor nomograme construite ca urmare a calculelor de prevedere efectuate în 135 de cazuri [2]. Calculele s-au efectuat prin metoda lui M. Muskat, ecuațiile fiind integrate numeric cu ajutorul unei mașini automate, folosind procedeul Runge-Kutta.

Supozițiile care stau la baza acestei metode sînt: *a*) roca-magazin este omogenă și uniformă; *b*) cantitatea de țiței recuperată din zăcămînt se datorește exclusiv destinderii gazelor aflate în soluție, în absența unui cap primar de gaze, a împingerii apelor marginale și a drenajului gravitațional; *c*) presiunea inițială a zăcămîntului coincide cu presiunea inițială de saturație; *d*) inițial, nu există gaze libere în zăcămînt; *e*) saturația în apă interstițială constantă; *f*) în tot timpul exploatării saturațiile în țiței și gaze sînt uniform distribuite în zăcămînt; *g*) în zăcămînt nu există gradienți de presiune datorită prezenței sondelor sau limitelor geometrice ale zăcămîntului; în plus, s-a presupus în calcule că saturația de echilibru a fazei gazoase pentru care aceasta nu curge este de 5%, iar presiunea scade pînă la presiunea atmosferică.

1. *Proprietățile fizice ale fluidelor conținute în zăcămînt și ale rociimagazin folosite în calcul.* Calculele s-au efectuat pe baza unor relații medii între proprietățile fizice ale fluidelor conținute în zăcămînt și presiunea

stabilită pe baza examinării în laborator a 75 de sisteme de fluid provenite în special din Mid-Continent și Gulf-Coast, precum și a unor corelări redate în literatura de specialitate. Astfel, în figurile 1 și 2 sînt indicate relațiile medii dintre

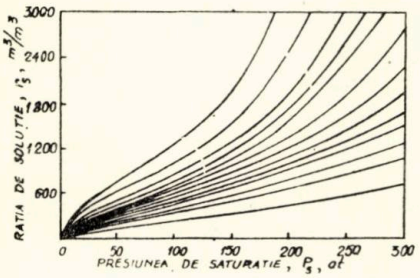


Fig. 1. Relații medii între rația de soluție și presiunea de saturație obținute în cazul unei eliberări diferențiale a gazelor.

presiunea de saturație și rația de soluție, respectiv factorul micșorării de volum al țițeiului, obținute în cazul unei eliberări diferențiale a gazelor din soluție.

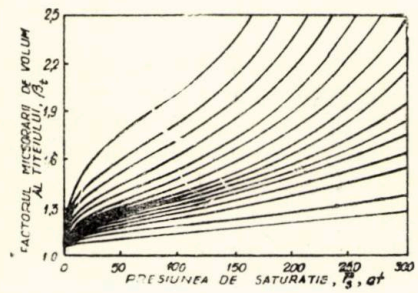


Fig. 2. Relații medii între factorul micșorării de volum al țițeiului și presiunea de saturație obținute în cazul eliberării diferențiale a gazelor.

Întrucît în calcule s-au folosit relațiile obținute în cazul unei eliberări diferențiale a gazelor din soluție, dacă se dispune de valorile rației de soluție și ale factorului micșorării de volum al țițeiului în cazul unei eliberări a gazelor de contact, este necesară, înainte de folosirea nomogramelor, estimarea valorii acestora pentru o eliberare diferențială a gazelor. În acest scop, în figurile 3 și 4 sînt redate relații empirice între rațiile de soluție și factorii micșorării de volum obținuți printr-o eliberare diferențială și de contact a gazelor.

În figura 5 este redată dependența dintre inversul factorului micșorării de volum al gazelor și presiune, pentru ca în figurile 6 și 7 să fie indicate, pe baza corelărilor redate în literatura de specialitate, dependențele dintre viscozitatea țițeiului cu gaze în soluție, rația de soluție și viscozitatea țițeiului degazificat la temperatura zăcămîntului, precum și dintre viscozitatea gazelor și presiune.

Variația raportului permeabilităților relative gaze-țiței, K_{rg}/K_{rt}, în funcție de saturația în lichid s-a considerat că depinde de saturația în apă interstițială. În figura 8 este redată variația raportului K_{rg}/K_{rt} în funcție de saturația în lichid a rocii-magazin folosită

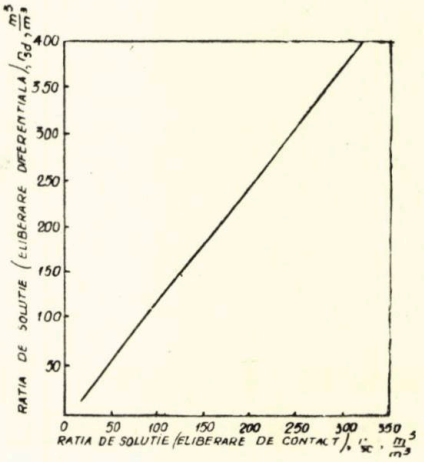


Fig. 3. Relația empirică între rațiile de soluție obținute printr-o eliberare diferențială și de contact a gazelor.

în calcule, pentru o saturație în apă interstițială de, respectiv, 10, 30 și 50%.

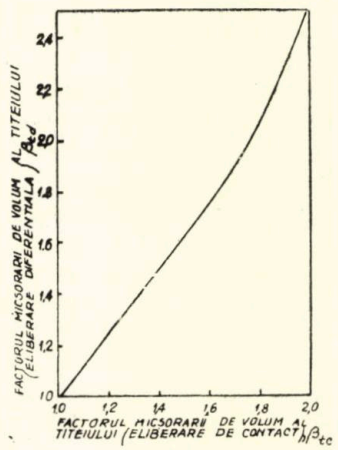


Fig. 4. Relația empirică între factorii micșorării de volum ai țițeiului obținuți printr-o eliberare diferențială și de contact.

2. *Modul de utilizare a nomogramelor pentru determinarea factorului de recuperare în regim*

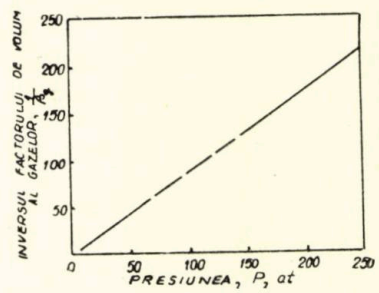


Fig. 5. Dependența dintre inversul factorului de volum al gazelor și presiune.

de gaze dizolvate. Calculele s-au efectuat luînd în considerare, pentru fiecare curbă a perme-

abilităților relative, respectiv saturația în apa interstițială, trei valori ale viscozității țițeiului degazificat la temperatura zăcămîntului și pentru fiecare caz diferite presiuni de saturație, rații de soluție și factori ai micșorării de volum ai țițeiului. În acest fel, pentru fiecare curbă a permeabilităților relative, respectiv pentru saturații în apă interstițială de 10, 30 și 50%, au rezultat cîte trei nomograme corespunzătoare viscozităților țițeiului degazificat la temperatura zăcămîntului admise și care au fost de 10, 2 și 0,5 cP.

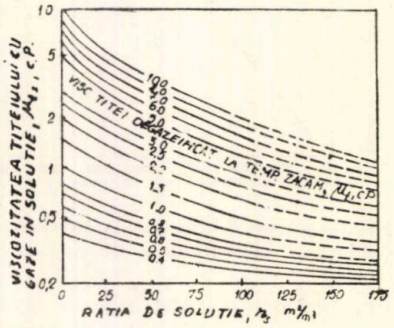


Fig. 6. Dependența dintre viscozitatea țițeiului cu gaze în soluție, rația de soluție și viscozitatea țițeiului degazificat la temperatura zăcămîntului.

În figurile 9, 10 și 11 sînt redate nomogramele corespunzătoare unor saturații în apă interstițială de, respectiv, 10, 30 și 50%.

Pentru determinarea factorului de recuperare din nomograme este necesară cunoașterea

alege nomograma de calcul; *b*) presiunea inițială de saturație și rația de soluție și factorul micșorării de volum al țițeiului la această

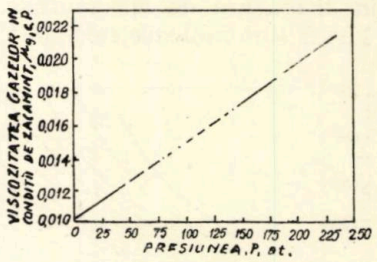


Fig. 7. Dependența dintre viscozitatea gazelor și presiune.

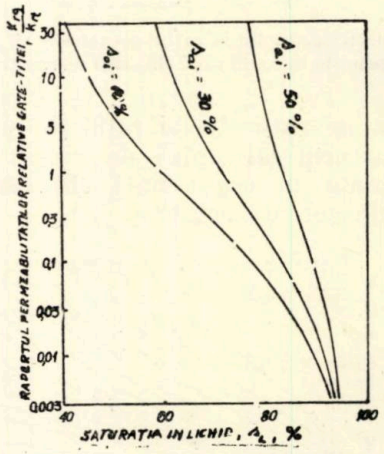


Fig. 8. Variația raportului K_{rg}/K_{rt} în funcție de saturația în lichid pentru o saturație în apă interstițială de respectiv 10, 30 și 50%.

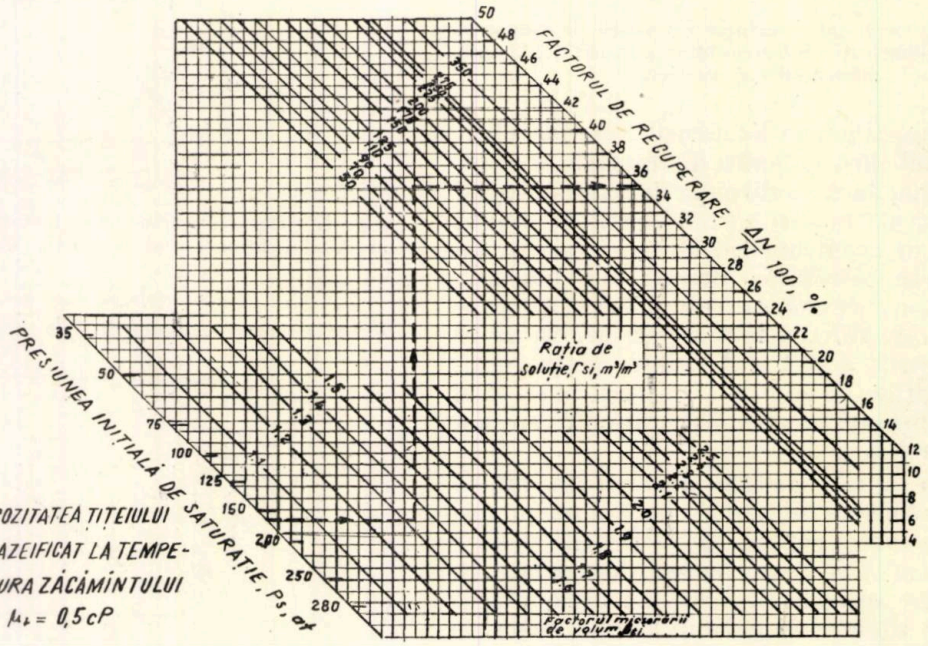


Fig. 9 a. Nomogramă pentru determinarea factorului de recuperare în gaze dizolvate (s_{ai}=10%).

următorilor factori: *a*) saturația în apă interstițială și viscozitatea țițeiului degazificat la temperatura zăcămîntului, pe baza cărora se

presiune, în cazul eliberării diferențiale a gazelor, care permit determinarea grafică a factorului de recuperare.

De exemplu, se consideră un zăcămînt avînd următorii parametri : saturația în apă interstițială, s_{ai}, 27 % ; viscozitatea țițeiului degazificat la temperatura zăcămîntului, μ_t, 1,9 cP ; presiunea inițială de saturație, P_s, 165 at ; factorul micșorării de volum al țițeiului la presiunea inițială de saturație (eliberare diferențială), β_t, 1,328 ; rația de soluție la presiunea inițială de saturație (eliberare diferențială), r_{si}, 118 m³/m³.

După cum se vede, nu există o nomogramă care să corespundă saturației în apă interstițială de 27 % și viscozității țițeiului de 1,9 cP. Din această cauză, se folosește următoarea metodă de interpolare.

Plecînd din partea dreaptă a fiecărei nomograme, de la valoarea presiunii de saturație de 165 at, se duce o orizontală pînă cînd aceasta intersectează valoarea factorului micșorării de volum al țițeiului considerat la presiunea de saturație 1,328, care este indicat pe dreptele oblice din partea inferioară a diagramelor. Din

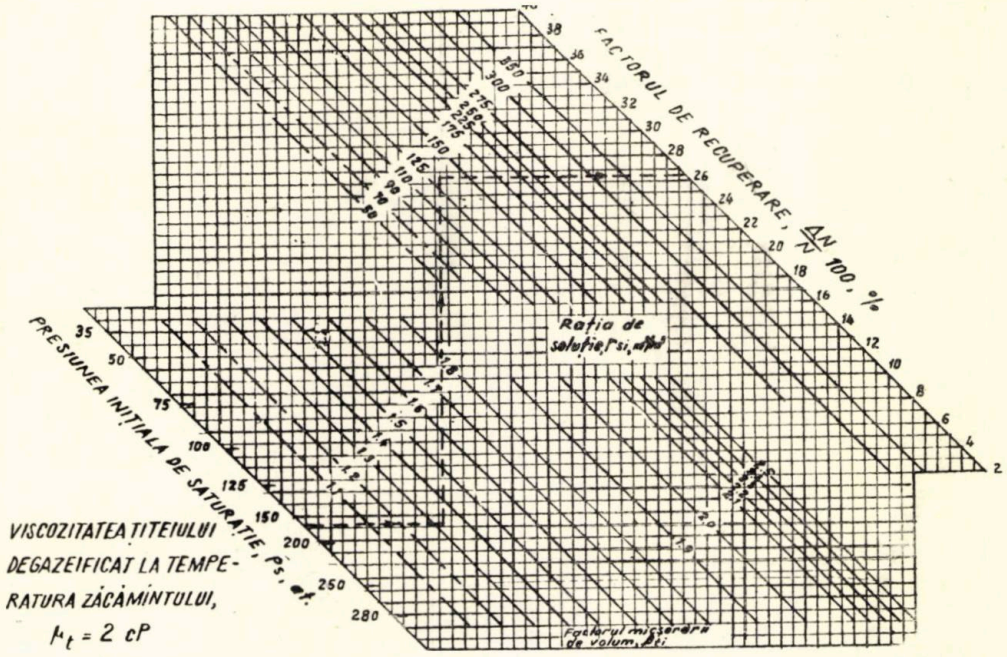


Fig. 9 b. Nomogramă pentru determinarea factorului de recuperare în gaze dizolvate (s_{ai} = 10 %).

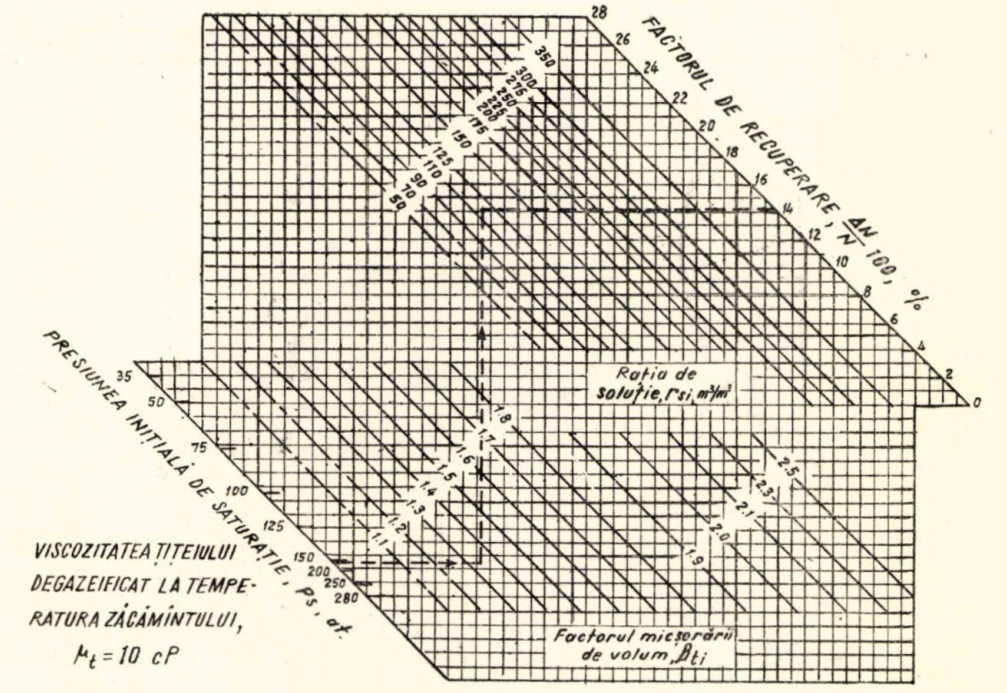


Fig. 9 c. Nomogramă pentru determinarea factorului de recuperare în gaze dizolvate (s_{ai} = 10 %).

acest punct se ridică o verticală pînă cînd se intersectează linia oblică corespunzătoare raţiei de soluţie la presiunea de saturaţie admisă, 118 m^3/m^3. La intersecţia orizontalei trasate prin acest punct cu partea dreaptă a nomogramei se citeşte factorul de recuperare ca procent din ţiţeiul degazificat la o atmosferă (eliberare diferenţială) conţinut iniţial în zăcămînt (linia punctată de pe nomograme). În tabela 1 sînt redaţi factorii de recuperare obţinuţi.

Tabela 1

VALORILE FACTORULUI DE RECUPERARE PENTRU DIFERITE VALORI ALE SATURAŢIEI IN APĂ INTERSTIŢIALĂ ŞI ALE VISCOZITĂŢII ŢIŢEIULUI

μ_t cP	$\frac{\Delta N}{N}$ · %,		
	$s_{ai} = 10\%$	$s_{ai} = 30\%$	$s_{ai} = 50\%$
10	15,15	14,20	13,60
2	26,45	22,70	19,30
0,5	35,45	32,30	25,60

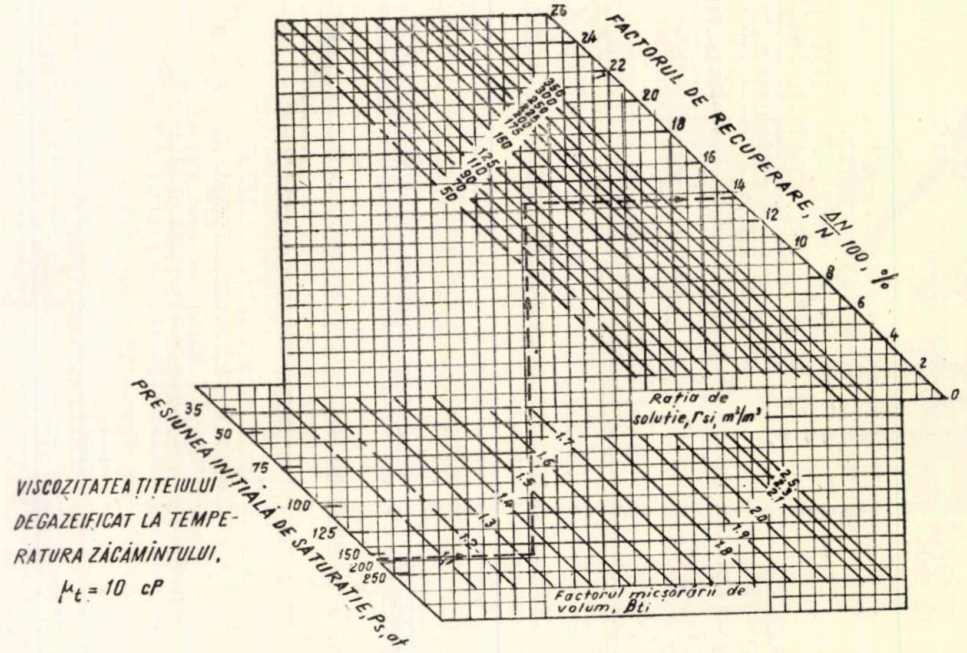


Fig. 10 a. Nomogramă pentru determinarea factorului de recuperare în gaze dizolvate ($s_{ai} = 30\%$).

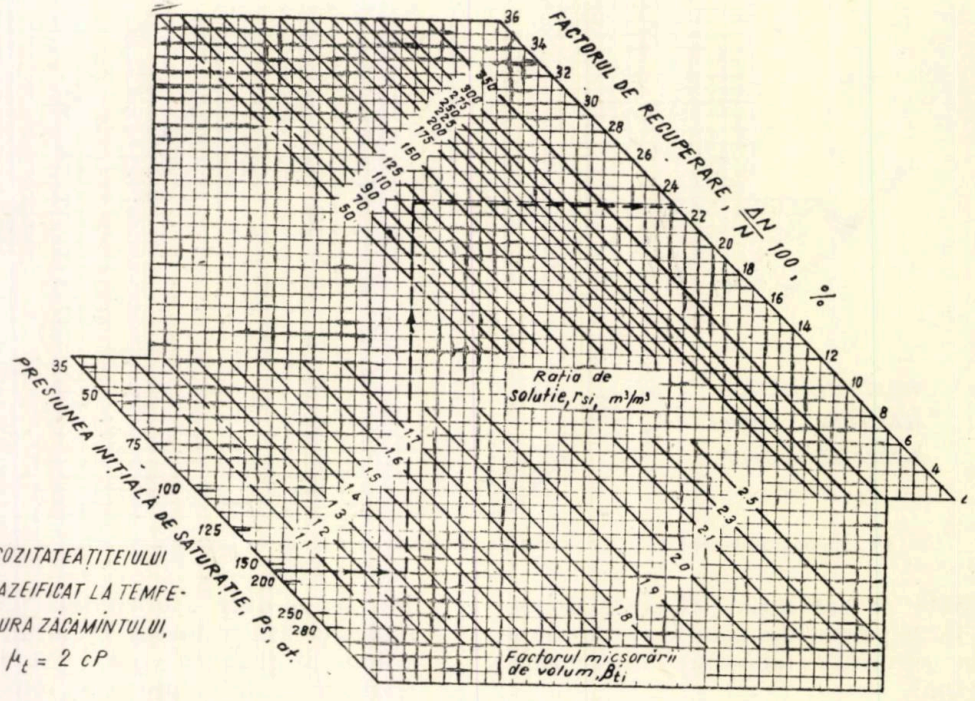


Fig. 10 b. Nomogramă pentru determinarea factorului de recuperare în gaze dizolvate ($s_{ai} = 30\%$).

În figura 12, pe baza valorilor din tabela 1, s-a reprezentat variația factorului de recuperare în funcție de saturația în apă interstițială pentru cele trei valori ale viscozității țițeiului, obținîndu-se, pentru saturația în apă interstițială de 27%, trei valori ale factorului de recuperare. Pe baza acestora, în figura 13 s-a reprezentat variația factorului de recuperare în funcție de viscozitatea țițeiului degazificat la temperatura zăcămîntului. Factorul de recuperare, în cazul viscozității admise de 1,9 cP, s-a citit de pe această diagramă, rezultînd o valoare de 23,90%.

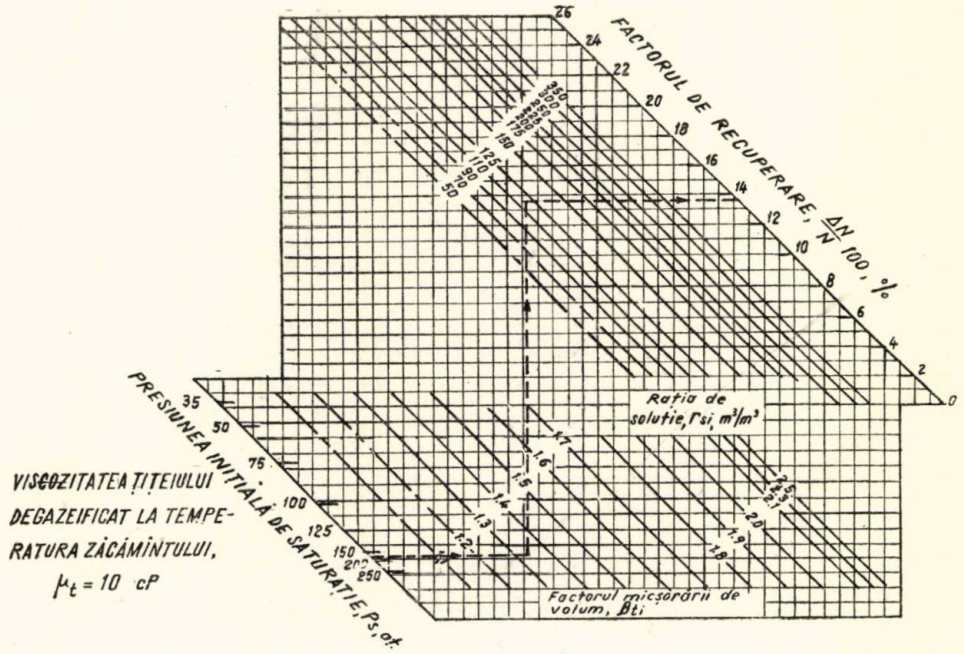


Fig. 10 c. Nomogramă pentru determinarea factorului de recuperare în gaze dizolvate (s_{ai}=30%).

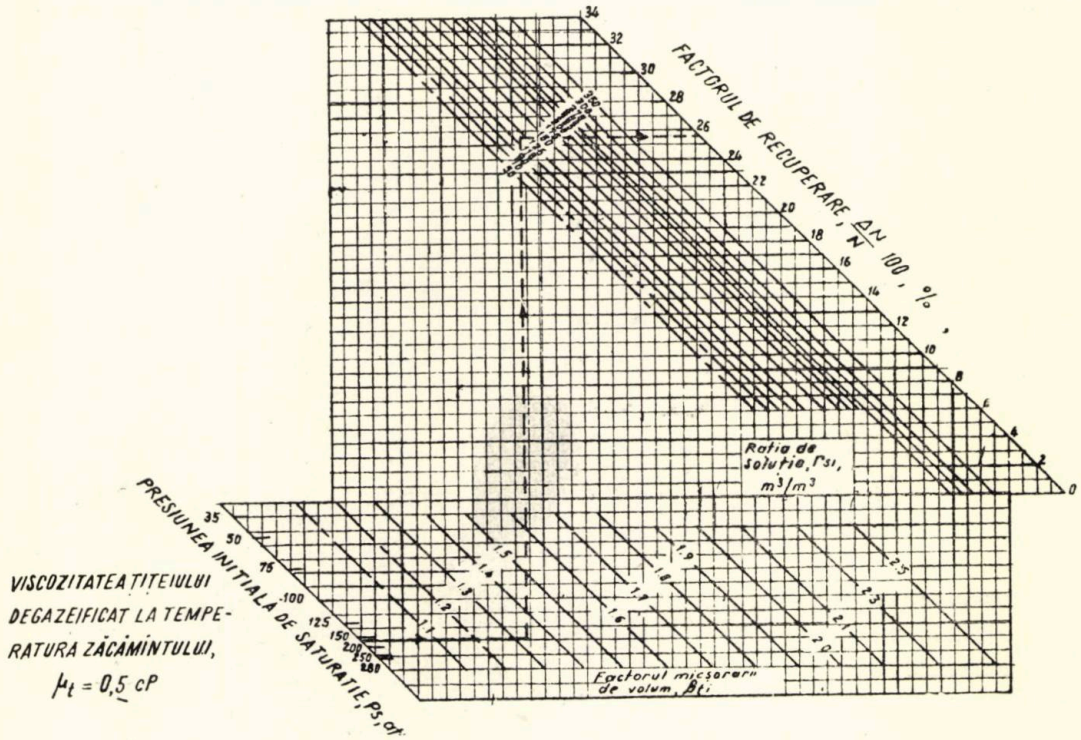


Fig. 11 a. Nomogramă pentru determinarea factorului de recuperare în gaze dizolvate (s_{ai}=50%).

Saturația în țiței corespunzătoare acestui factor de recuperare se calculează din relația:

$$\bar{s}_t = \left(1 - \frac{s_{ai}}{100}\right) \times \left(1 - \frac{\Delta N}{100\,N}\right) \times \frac{\beta_{tf}}{\beta_{ti}} \cdot 100. \quad (1)$$

Admițînd că factorul micșorării de volum al țițeiului la 1 at și temperatura zăcămîntului (eliberare diferențială), β_{tf}, este de 1,065, rezultă o saturație remanentă în țiței de 44,55%, respectiv o saturație în gaze, $\bar{s}_g = \left(1 - \frac{s_{ai}}{100} - \frac{s_t}{100}\right) \cdot 100 = 28{,}45\%$. Saturațiile în țiței și gaze reprezintă saturații medii pe zăcămînt și,

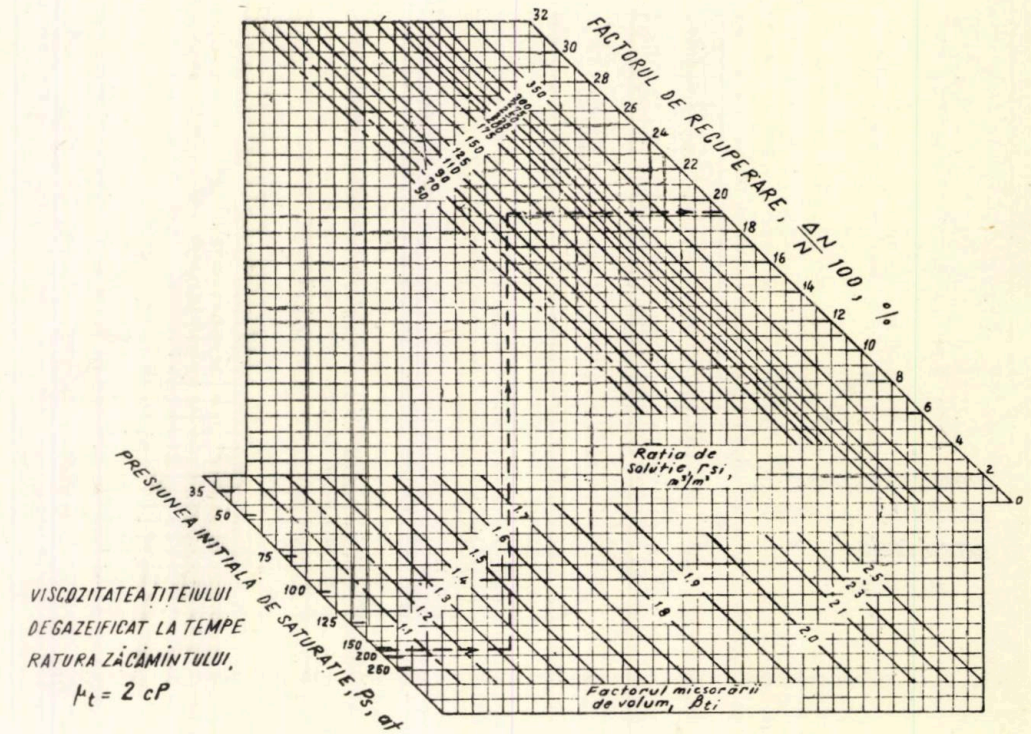


Fig. 11 b. Nomogramă pentru determinarea factorului de recuperare în gaze dizolvate (s_{ai}=50%).

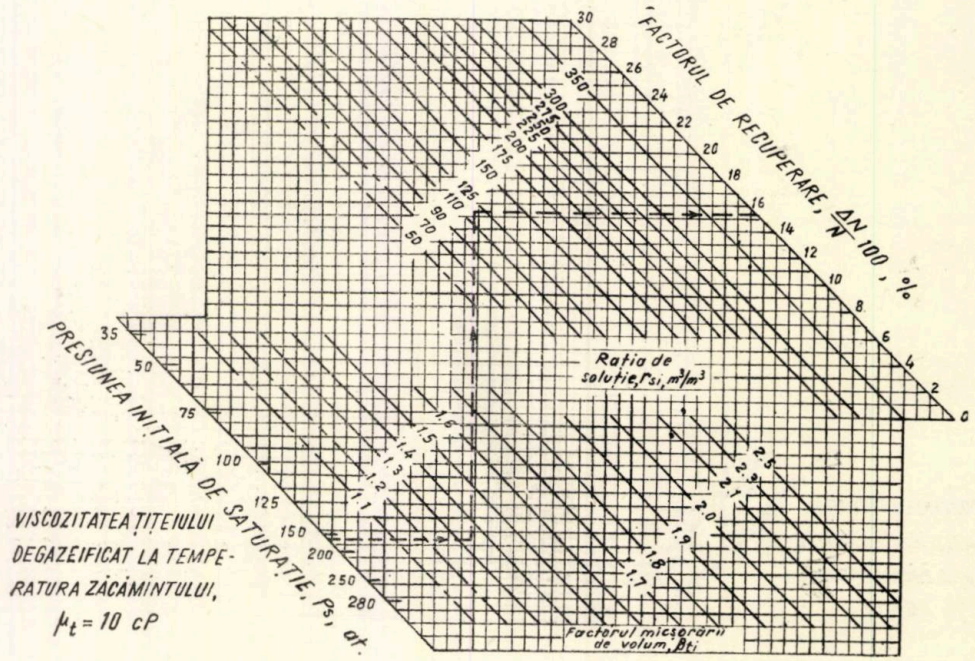


Fig. 11 c. Nomogramă pentru determinarea factorului de recuperare în gaze dizolvate (s_{ai}=50%).

datorită ipotezelor introduse în calcule, se consideră că au aceeaşi valoare în orice punct al zăcămîntului.

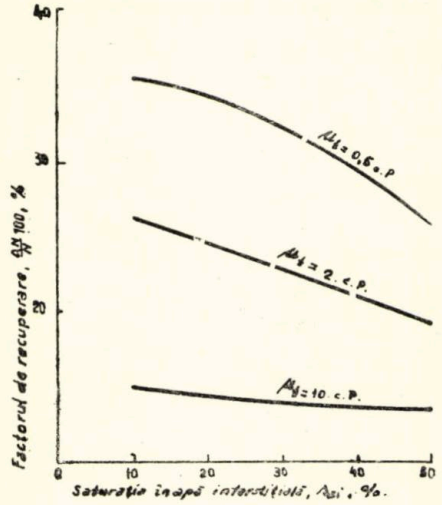


Fig. 12. Variaţia factorului de recuperare în funcţie de saturaţia în apă interstiţială, pentru o viscozitate a ţiţeiului de 10, 2 şi 0,5 cP (Exemplul considerat).

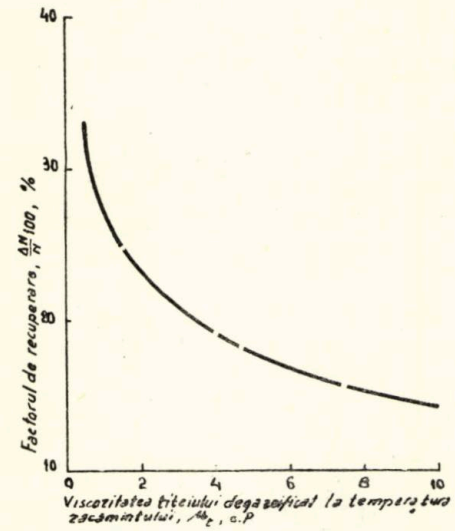


Fig. 13. Variaţia factorului de recuperare în funcţie de viscozitatea ţiţeiului degazificat la temperatura zăcămîntului, pentru o saturaţie în apă interstiţială de 27% (Exemplul considerat).

PREVEDEREA COMPORTĂRII ZĂCĂMÎNTULUI ÎN CAZUL RECUPERĂRII SECUNDARE CU INJECŢIE DE GAZE

După exploatarea primară a zăcămîntului, se poate aplica un proces de recuperare secundară prin injecţie de gaze. În cazul în care zăcămîntul are un regim de gaze dizolvate, recuperarea ţiţeiului se poate estima prin procedeul indicat în capitolul anterior, iar comportarea zăcămîntului în continuare se poate determina folosind metoda lui Buckley şi Leverett. Dacă zăcămîntul a fost exploatat şi, respectiv, recuperarea primară se cunoaşte, prin aceeaşi metodă se poate prevedea comportarea acestuia în cazul recuperării secundare prin injecţie de gaze.

Metoda Buckley şi Leverett folosită pentru prevedere se bazează pe următoarele presupuneri : *a*) roca-magazin este omogenă şi uniformă ; *b*) fluidele incompresibile ; *c*) saturaţia în apă interstiţială imobilă ; *d*) sistemul liniar sau radial ; *e*) nu este luată în considerare existenţa sondelor.

Relaţiile de bază care servesc la prevederea comportării sînt :

$$\bar{s}_g = (1 - f_{glz}) \frac{1}{\left(\frac{df_{gz}}{ds_g}\right)_L} + s_{gL} ; \qquad (2)$$

şi :

$$\frac{1}{\frac{df_{gz}}{ds_g}} = \frac{C_{gz}}{V_p} . \qquad (3)$$

După cum se vede, saturaţia medie în gaze în zăcămînt, respectiv în spatele frontului de dislocuire, dacă acesta nu a depăşit limitele sistemului, depinde de procentul de gaze din curent în condiţii de zăcămînt şi de saturaţia în gaze la front sau, după apariţia gazelor, la capătul de ieşire din sistem.

Procentul de gaze în curent se poate calcula din relaţia :

$$f_{gz} = \frac{1}{1 + \frac{K_{rl}}{K_{rg}} \cdot \frac{\mu_g}{\mu_l}} . \qquad (4)$$

Cunoscînd, deci, variaţia raportului permeabilităţilor relative gaze-ţiţei în funcţie de saturaţia s_{gL} şi raportul viscozităţilor gaze-ţiţei în condiţii de zăcămînt, se pot calcula procentul de gaze în curent, respectiv raţia gaze-ţiţei, iar din relaţia (2), saturaţia medie în gaze corespunzătoare, precum şi cumulativul de gaze injectate în condiţii de zăcămînt raportat la volumul poros din relaţia (3).

Folosind relaţiile dintre raportul permeabilităţilor relative şi saturaţia în lichid redate în figura 8 şi estimînd viscozitatea gazelor la 1 at cu ajutorul diagramei redate în figura 7, s-a calculat cu ajutorul relaţiei (4), pentru o viscozitate a ţiţeiului degazificat la temperatura zăcămîntului de 10, 2, 0,5 cP, procentul de gaze în curent. Prin diferenţiere grafică s-a obţinut $\frac{df_{gz}}{ds_g}$, pentru ca din relaţiile (2) şi (3) să se determine saturaţia medie în gaze şi cumulativul de gaze injectate în condiţii de zăcămînt raportat la volumul poros. Raţia gaze-ţiţei în condiţii de zăcămînt rezultă din relaţia (4) sub forma :

$$(RGT)_z = \frac{f_{gz}}{f_{lz}} . \qquad (4')$$

În figurile 14, 15 și 16, pentru fiecare curbă a permeabilităților relative, respectiv pentru saturații în apă interstițială de 10, 30 și 50%, s-a trasat dependența dintre saturația medie în gaze și cumulativul de gaze injectate în condiții de zăcământ, raportat la volumul poros, pentru viscozități ale țițeiului de 10, 2 și 0,5 cP. De asemenea, în figurile 17, 18 și 19 s-a reprezentat, pentru aceleași valori ale saturației în apă interstițială și ale viscozității țițeiului, rația gaze-țiței în condiții de zăcământ în funcție de saturația medie în gaze.

Calculele s-au efectuat plecînd de la saturația la front corespunzătoare unei saturații inițiale în gaze nule, iar pe fiecare diagramă s-au

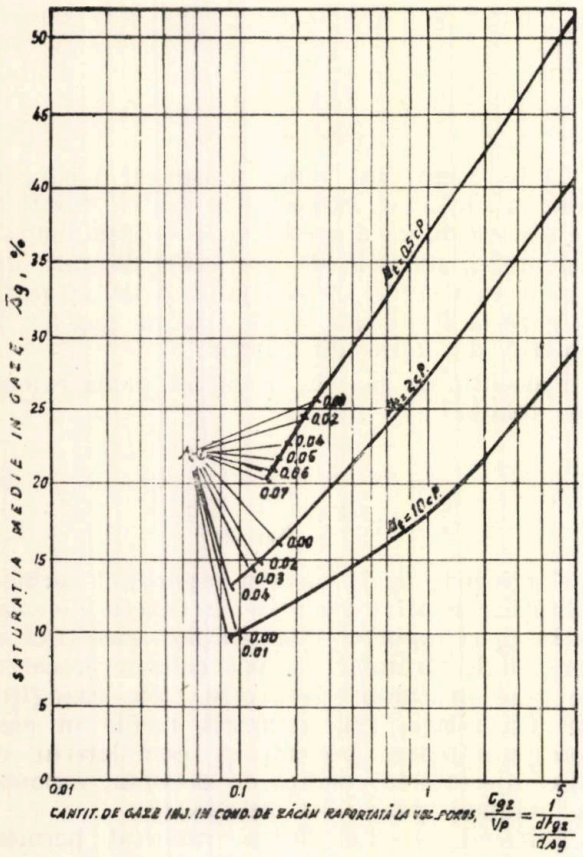


Fig. 14. Dependența dintre rația medie gaze-țiței în condiții de zăcământ și saturația medie în gaze, pentru o saturație în apă interstițială de 10% și pentru viscozități ale țițeiului de 10, 2 și 0,5 cP.

reprezentat saturațiile la front corespunzătoare unor saturații inițiale în gaze mai mari. Valoarea maximă corespunde saturației inițiale în gaze pentru care nu se mai formează un front de dislocuire, respectiv se observă o creștere a rației gaze-țiței imediat după începerea injecției*.

* Saturația la front este egală cu valoarea saturației corespunzătoare punctului de tangență între curba $f_{gz} = \Phi(s_{gz})$ și o dreaptă dusă din zero sau de pe curba $f_{gz} = \Phi(s_{gL})$ din valoarea saturației inițiale în gaze [3].

Din examinarea diagramelor menționate, se remarcă că acestea pot fi aproximate în porțiunea centrală prin drepte, respectiv, între saturația medie în gaze și cumulativul de gaze

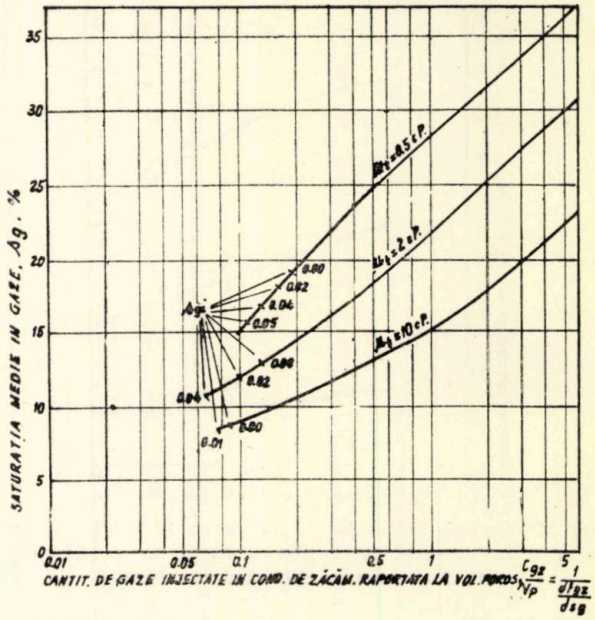


Fig. 15. Dependența dintre saturația medie în gaze și cumulativul de gaze injectate în condiții de zăcământ raportat la volumul poros, pentru o saturație în apă interstițială de 30% și pentru viscozități ale țițeiului de 10, 2 și 0,5 cP.

injectate există o relație exponențială de la circa un volum poros de gaze injectate, iar între rația gaze-țiței și saturația medie în gaze relația exponențială se păstrează pe aceleași

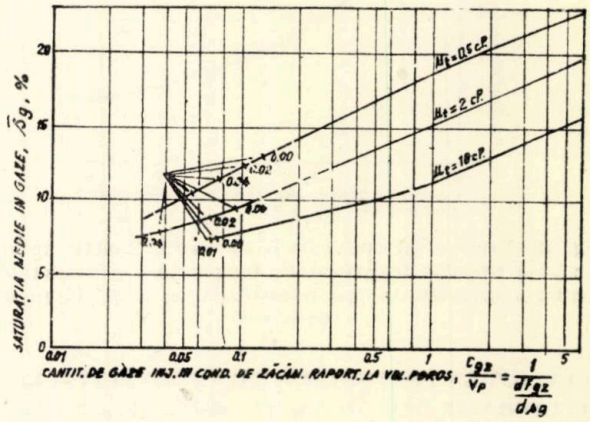


Fig. 16. Dependența dintre saturația medie în gaze și cumulativul de gaze în condiții de zăcământ raportat la volumul poros, pentru o saturație în apă interstițială de 50% și pentru viscozități ale țițeiului de 10,2 și 0,5 cP.

intervale ale saturației medii în gaze. Deci pe această porțiune se poate scrie:

$$\frac{C_{gz}}{V_p} = Be^{a-b\cdot\bar{s}_g}, \qquad (5)$$

sau :

$$\ln \frac{C_{gz}}{V_p} = - b \bar{s}_g + \ln B + a. \qquad (5')$$

Se demonstrează [4] că, în acest caz, între raţia gaze-ţiţei şi cumulativul de ţiţei extras pe un anumit interval, $(\bar{s}_{gz2} - \bar{s}_{gz1}) = \frac{C_{tz21}}{V_p}$, există de asemenea o relaţie exponenţială :

$$(RGT)_z = (RGT)_{z_1}^{DC_{tz21}}, \qquad (6)$$

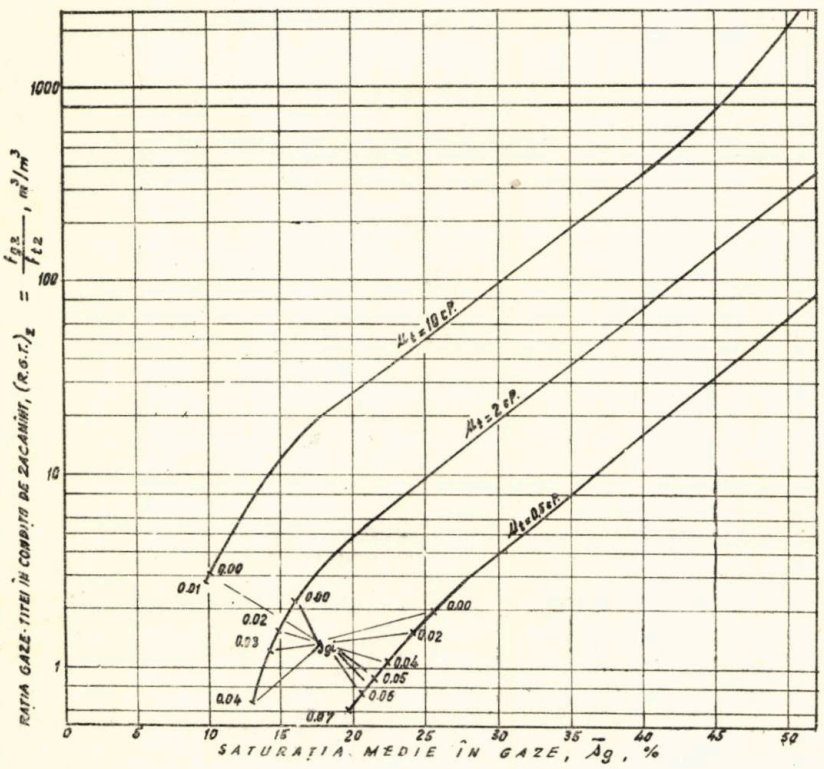


Fig. 17. Dependenţa dintre raţia medie gaze-ţiţei în condiţii de zăcământ şi saturaţia medie în gaze, pentru o saturaţie în apă interstiţială de 10% şi pentru viscozităţi ale ţiţeiului de 10, 2 şi 0,5 cP.

respectiv :

$$\ln (RGT)_z = DC_{tz21} + \ln (RGT)_{z1}, \qquad (7)$$

iar între aceasta şi volumul de gaze injectate raportat la volumul poros, o relaţie liniară :

$$(RGT)_z = \frac{b \cdot C_{gz}}{V_p} + (RGT)_{z_1} \cdot \qquad (8)$$

De asemenea, dacă debitul de gaze injectate este constant în timp, se poate scrie :

$$\frac{1}{q_{tz}} = \frac{s}{q_{tz1}} + \frac{b}{V_p} \cdot T, \qquad (9)$$

respectiv, debitul de ţiţei scade după un declin armonic sau, reprezentînd $\frac{V_p}{q_t}$ în funcţie de timp, se obţine o dreaptă cu panta b corespunzătoare cu cea rezultată din relaţiile (5') şi (8) [5].

Dacă presiunea la care se aplică procesul de recuperare secundară este mai mare decît o atmosferă, viscozitatea gazelor are altă valoare şi, prin urmare, valorile f_{gz} şi, respectiv, $\frac{df_{gz}}{ds_g}$ se modifică, şi relaţiile dintre saturaţia medie în gaze, cumulativul de gaze injectate şi raţia gaze-ţiţei ar trebui recalculate. Totuşi, dacă presiunea de injecţie nu depăşeşte circa 10 at, rezultatele obţinute nu diferă mult de cele corespunzătoare unei presiuni de 1 at, şi, prin urmare, relaţiile indicate în figurile 14—19 pot fi folosite la prevederea comportării sistemului. Desigur că factorul de recuperare în regim de gaze dizolvate va avea o valoare mai mică decît cel prevăzut pe baza nomogramelor.

Diagramele redate în figurile 14—19 sînt suficiente pentru prevederea comportării zăcămîntului în cazul injecţiei de gaze. Rezultatele obţinute, în condiţii de fund, pot fi transformate în condiţii de suprafaţă, dacă se cunosc presiunea la care are loc dislocuirea ţiţeiului de către gaze şi factorii de volum ai ţiţeiului şi gazelor la această presiune, precum şi volumul poros al zăcămîntului. Dacă debitul de gaze injectate are o valoare constantă sau se cunoaşte variaţia acestuia în timp, se poate prevedea variaţia debitului de ţiţei în timp.

Exemplu : Proprietăţile rociimagazin şi ale fluidelor conţinute s-au ales aceleaşi ca şi în cazul stabilirii factorului de recuperare în regim de gaze dizolvate. Astfel, sistemul a avut următoarele caracteristici : saturaţia în apă interstiţială, s_{ai}, 27% ; vîscozitatea ţiţeiului degazificat la temperatura zăcămîntului, μ_t, 1,9 cP ; presiunea la care are loc dislocuirea ţiţeiului, P_i, 5 at ; factorul micşorării de volum al ţiţeiului la presiunea de 5 at, β_{ti}, 1,065 ; factorul micşorării de volum al gazelor la presiunea de 5 at, β_{gi}, 0,2 ; saturaţia medie în gaze la sfîrşitul exploatării în regim de gaze dizolvate, $\bar{s}_{gi}$, 28, 45%* ; volumul poros al zonei în care are loc procesul de injecţie de gaze, V_p, 378 000 m³ ; debitul de gaze injectate, q_g, 5 000 Nm³/zi ; volumul total de gaze injectate în condiţii de fund, C_{gzft}, două volume de pori.

---

* Recuperarea în regim de gaze dizolvate calculată din nomograme pînă la presiunea atmosferică s-a considerat egală cu cea care s-ar fi obţinut pînă la presiunea de 5 at.

Pentru determinarea raţiei gaze-ţiţei în condiţii de zăcămînt şi a volumului de gaze raportat la volumul poros care ar fi trebuit injectat în zăcămînt pentru a obţine saturaţia medie în gaze de la începutul procesului, de 28,45%,

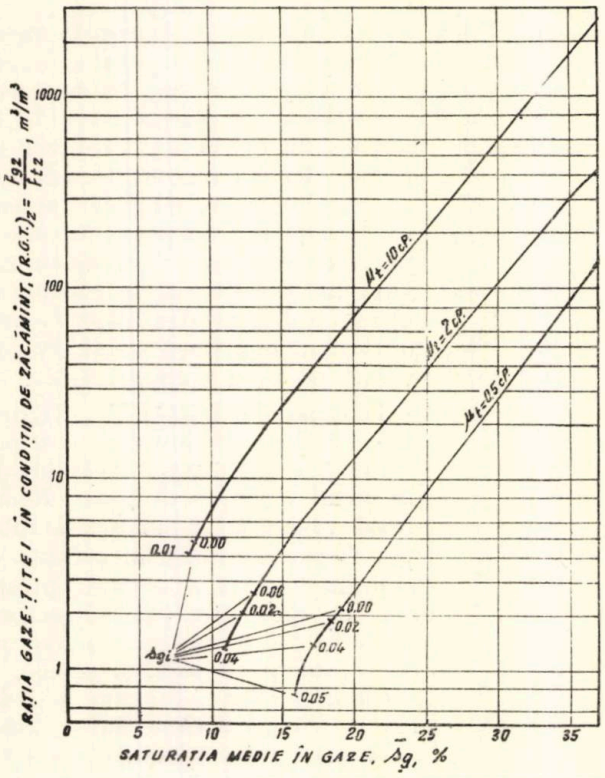


Fig. 18. Dependenţa dintre raţia medie gaze-ţiţei în condiţii de zăcămînt şi saturaţie medie în gaze pentru o saturaţie în apă interstiţială de 30% şi pentru viscozităţi ale ţiţeiului de 10, 2 şi 0,5 cP.

s-au citit de pe diagramele din figurile 14—19 raţiile gaze-ţiţei şi volumele de gaze injectate raportate la volumul poros pentru cele trei valori ale saturaţiei în apă interstiţială şi ale viscozităţii ţiţeiului. Valorile raţiei gaze-ţiţei determinate pentru cele trei valori ale viscozităţii ţiţeiului s-au reprezentat în funcţie de saturaţia în apă interstiţială în figura 20. În acest fel s-au putut determina raţiile gaze-ţiţei corespunzătoare unei saturaţii în apă interstiţială de 27% şi unor viscozităţi ale ţiţeiului de 10, 2 şi 0,5 cP. Reprezentînd raţiile gaze-ţiţei astfel obţinute în funcţie de viscozitatea ţiţeiului (fig. 21), s-a determinat valoarea raţiei gaze-ţiţei în condiţii de fund, corespunzătoare unei viscoziţăţi a ţiţeiului de 1,9 cP, de 67 m³/m³. Procedînd în mod analog se poate determina volumul de gaze injectate raportat la volumul poros corespunzător saturaţiei medii în gaze de 28,45% (fig. 22 şi 23). Valoarea rezultată este de 3,25.

Întrucît s-a considerat că se vor injecta două volume poroase de gaze în condiţii de zăcămînt, la sfîrşitul procesului, saturaţia medie în gaze va fi cea corespunzătoare injectării într-un zăcămînt fără gaze libere a 5,25 volume poroase de gaze.

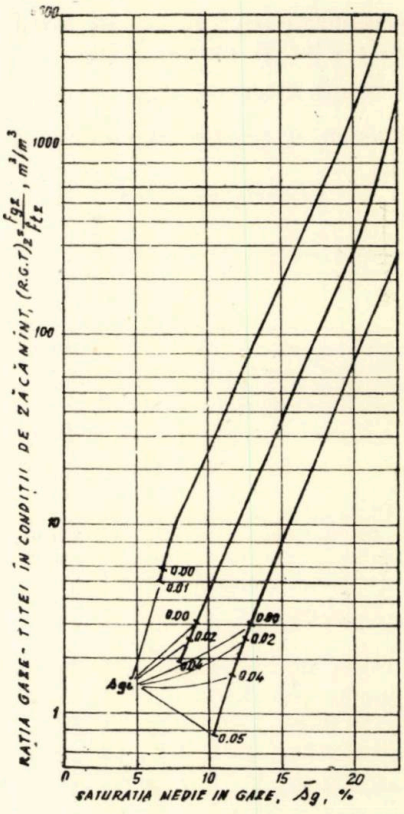


Fig. 19. Dependenţa dintre raţia medie gaze-ţiţei în condiţii de zăcămînt şi saturaţia medie în gaze pentru o saturaţie în apă interstiţială de 50% şi pentru viscozităţi ale ţiţeiului de 10, 2 şi 0,5 cP.

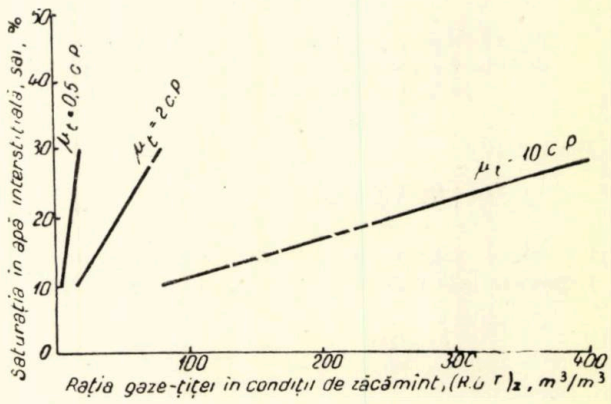


Fig. 20. Variaţia raţiei gaze-ţiţei în condiţii de zăcămînt în funcţie de saturaţia în apă interstiţială, pentru o viscozitate a ţiţeiului de 10, 2 şi 0,5 cP ($\bar{s}_{gi}$ = 28,45%).

Raţia gaze-ţiţei şi saturaţia medie în gaze corespunzătoare acestei cantităţi de gaze injectate s-au determinat prin acelaşi procedeu de interpolare ca şi în cazul precedent, folosind diagramele din figurile 14—19. Astfel, satu-

rațiile medii în gaze corespunzătoare unui $\frac{C_{gz}}{V_p} = 5{,}25$ și unor saturații în apă interstițială de 10, 30 și 50% și viscozități ale țițeiului de 10, 2 și 0,5 cP, s-au citit de pe diagramele din figurile 14—16 și au fost reprezentate, în funcție

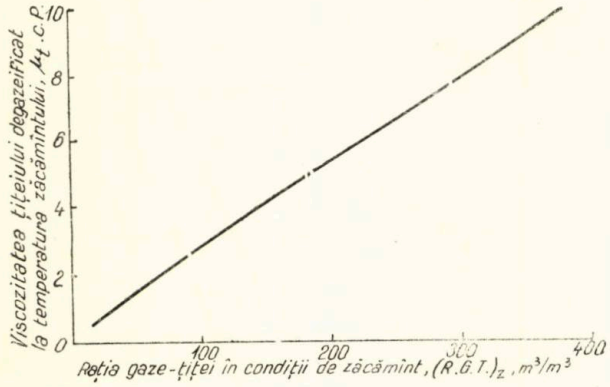


Fig. 21. Variația rației gaze-țiței în condiții de zăcămînt în funcție de viscozitatea țițeiului degazificat, la temperatura zăcămîntului, pentru o saturație în apă interstițială de 27% ($s_{gi} = 28{,}45\%$).

de saturația în apă interstițială, în figura 24. Valorile corespunzătoare unei saturații în apă de 27% și unor viscozități de 10, 2 și 0,5 cP s-au reprezentat în funcție de viscozitatea țițeiului în figura 25. În acest fel, a rezultat o saturație medie finală în gaze, corespunzătoare unei viscozități a țițeiului de 1,9 cP, de 32,00%.

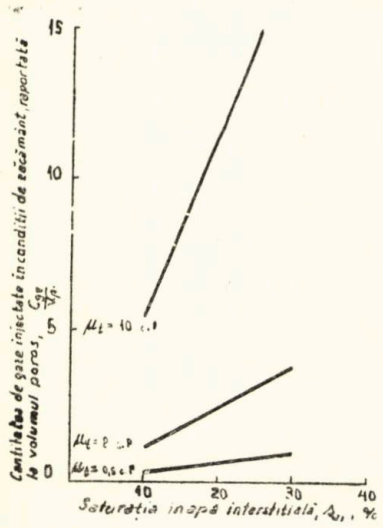


Fig. 22. Variația volumului de gaze injectate în condiții de zăcămînt, raportat la volumul poros în funcție de saturația în apă interstițială pentru o viscozitate a țițeiului de 10, 2 și 0,5 cP ($s_{gi} = 28{,}45\%$).

Procedînd în mod analog, pe baza diagramelor din figurile 17—19 și a reprezentărilor ajutătoare redate în figurile 26 și 27, s-a determinat o rație gaze-țiței finală în condiții de zăcămînt de 102 m^3/m^3.

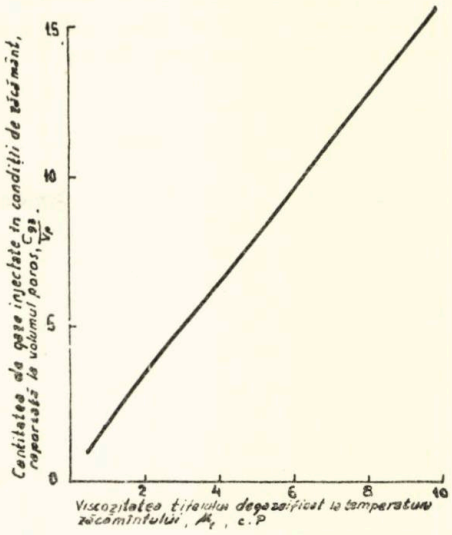


Fig. 23. Variația volumului de gaze injectate în condiții de zăcămînt raportat la volumul poros în funcție de viscozitatea țițeiului degazificat la temperatura zăcămîntului pentru o saturație în apă interstițială de 27% ($s_{gi} = 28{,}45\%$).

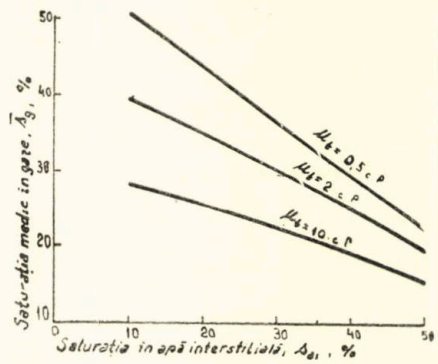


Fig. 24. Variația saturației medii în gaze, în funcție de saturația în apă interstițială, pentru o viscozitate a țițeiului de 10, 2 și 0,5 cP $\left(\frac{C_{gz}}{V_p} = 5{,}25\right)$.

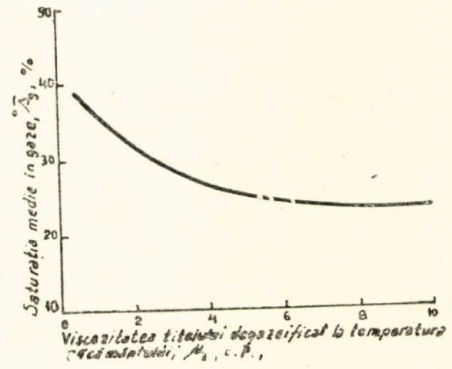


Fig. 25. Variația saturației medii în gaze în funcție de viscozitatea țițeiului degazificat la temperatura zăcămîntului, pentru o saturație în apă interstițială de 27% $\left(\frac{C_{gz}}{V_p} = 5{,}25\right)$.

Cumulativul de gaze injectat în condiții de suprafață va fi egal cu :

$$C_{gfi} = \frac{V_p \cdot 2}{\beta_{gf}} = \frac{378\,000 \times 2}{0{,}2} = 3\,780\,000 \text{ m}^3.$$

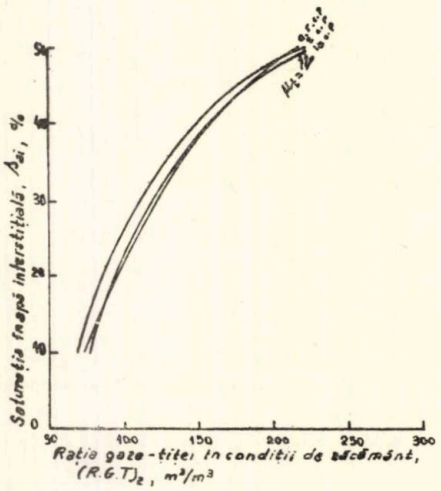


Fig. 26. Variația rației gaze-țiței în condiții de zăcământ în funcție de saturația în apă interstițială, pentru o viscozitate a țițeiului de 10, 2 și 0,5 cP $\left(\frac{C_{gz}}{V_p} = 5{,}25\right)$.

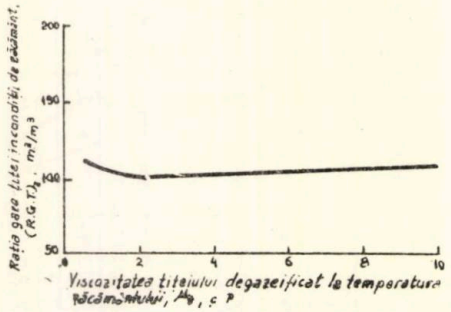


Fig. 27. Variația rației gaze-țiței în condiții de zăcământ în funcție de viscozitatea țițeiului degazificat, la temperatura zăcământului, pentru o saturație în apă interstițială de 27% $\left(\frac{C_{gz}}{V_p} = 5{,}25\right)$.

Ținînd cont de debitul de injecție de gaze, durata procesului va fi de :

$$T = \frac{C_{gfi}}{q_g} = \frac{3\,780\,000}{5\,000} = 756 \text{ zile},$$

recuperîndu-se o cantitate de țiței de :

$$C_t = \frac{\Delta\bar{s}_g}{100} \times \frac{V_p}{\beta_{tf}} =$$

$$= \left(\frac{0{,}3200 - 0{,}2845}{1{,}065}\right) 378\,000 = 12\,600 \text{ m}^3.$$

Rația gaze-țiței inițială și finală va fi egală cu, respectiv :

$$(RGT)_i = \frac{(RGT)_{iz}}{\beta_{gf}} \beta_{tf} = \frac{67}{0{,}2} 1{,}065 = 357 \text{ m}^3/\text{m}^3;$$

$$(RGT)_f = \frac{(RGT)_{fz}}{\beta_{gf}} \beta_f = \frac{102}{0{,}2} 1{,}065 = 543 \text{ m}^3/\text{m}^3.$$

Debitele de țiței inițial și final, q_{ti} și q_{tf}, vor fi egale cu, respectiv :

$$q_{ti} = \frac{q_g}{(RGT)_i} = \frac{5\,000}{357} = 14 \text{ m}^3/\text{zi};$$

$$q_{tf} = \frac{q_g}{(RGT)_f} = \frac{5\,000}{543} = 9{,}2 \text{ m}^3/\text{zi}.$$

Observînd din figurile 14—16 că pentru intervalul de variație a saturației cuprins între 28,45 și 32,00% dependența dintre saturația medie în gaze și logaritmul volumului de

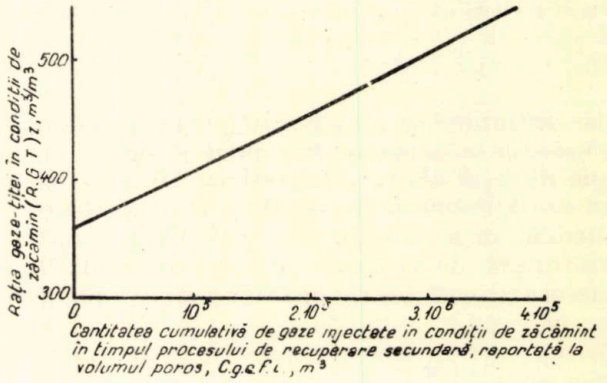


Fig. 28. Variația rației gaze-țiței în funcție de cumulativul de gaze injectat în timpul procesului de injecție considerat.

gaze injectat raportat la volumul poros este liniară, rezultă că între inversul debitului de țiței și timp și între rația gaze-țiței și volumul

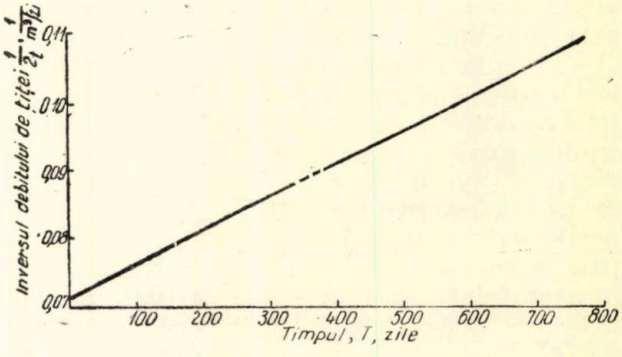


Fig. 29. Variația inversului debitului de țiței, în funcție de timp în decursul procesului de injecție considerat.

de gaze injectate există o relație liniară cu o pantă identică, egală cu $\frac{b \cdot \beta_{tf}}{V_p}$.

În figurile 28 și 29 sînt redate relațiile liniare rezultate din unirea printr-o dreaptă a rațiilor gaze-țiței de la începutul și de la sfîrșitul procesului de injecție în funcție de cumulativul de gaze injectate și a inverselor debitelor de țiței inițiale și finale în funcție de timp, respectiv. Comparînd valoarea *b* rezultată din panta dreptelor se constată că aceasta are o valoare apropiată cu cea rezultată din relațiile dintre saturația medie și logaritmul raportului dintre cantitatea de gaze injectate și volumul poros, redată în figura 15, pentru o saturație în apă interstițială de 30% și o viscozitate a țițeiului de 2 cP.

CONCLUZII

1. Factorul de recuperare în regim de gaze dizolvate poate fi calculat cu ajutorul unor nomograme redate în literatura de specialitate corespunzătoare unor curbe ale permeabilităților relative gaze-țiței în funcție de saturația în lichid pentru saturații în apă interstițială de 10, 30 și 50% și unor viscozități ale țițeiului degazificat la temperatura zăcămîntului de 10, 2 și 0,5 cP.

2. Pentru determinarea factorului de recuperare în regim de gaze dizolvate din nomograme, este necesară cunoașterea saturației în apă interstițială și a viscozității țițeiului degazificat la temperatura zăcămîntului, pe baza cărora se alege nomograma de calcul a presiunii inițiale de saturație, a rației de soluție și a factorului micșorării de volum al țițeiului la această presiune (eliberare diferențială), care permit determinarea grafică a factorului de recuperare.

3. Saturațiile în țiței și gaze reprezintă saturații medii pe zăcămînt și, datorită ipotezelor introduse în calcule, se consideră că au aceeași valoare în orice punct al zăcămîntului.

4. Cu ajutorul metodei lui Buckley și Leverett s-a putut determina prevederea, în continuare, a comportării zăcămîntului, în cazul aplicării unui proces de recuperare secundară prin injecție de gaze.

5. Pentru fiecare curbă a permeabilităților relative, respectiv pentru saturații în apă interstițială de 10, 30 și 50%, s-au construit nomograme, pe care s-a trasat dependența dintre saturația medie în gaze și cumulativul de gaze injectate în condiții de zăcămînt, raportat la volumul poros și între rația gaze-țiței în condiții de zăcămînt și saturația medie în gaze, pentru viscozități ale țițeiului degazificat la temperatura zăcămîntului de 10, 2 și 0,5 cP.

6. Între saturația medie în gaze și cumulativul de gaze injectate există o relație exponențială de la circa un volum poros de gaze injectate, iar între rația gaze-țiței și saturația medie în gaze, relația exponențială se păstrează pe aceleași intervale ale saturației medii în gaze.

7. În intervalul de variație a saturației, pentru care dependența dintre saturația medie în gaze și logaritmul volumului de gaze injectate raportat la volumul poros este liniară (interval care de fapt este suficient pentru prevederea comportării zăcămîntului pînă la sfîrșitul exploatării), rezultă că între rația gaze-țiței și volumul de gaze injectate și între inversul debitului de țiței și timp există o relație liniară cu o pantă identică, debitul de țiței scăzînd după un declin armonic. De asemenea, în același interval, relația dintre logaritmul rației gaze-țiței și cumulativul de țiței extras este liniară.

8. În lucrarea de față, pe baza teoriei lui Buckley și Leverett, se confirmă concluziile de la punctul anterior, la care, în alte lucrări [5], s-a ajuns în mod empiric pe baza unor experimente de laborator.

9. În viitor, se propune completarea lucrării, în sensul luării în considerație a unei game mai mari de valori ale proprietăților fizice ale fluidelor, de curbe ale permeabilităților relative gaze-țiței și de debite de gaze injectate. În acest fel, s-ar putea executa nomograme care vor ușura substanțial executarea prevederilor pentru temele de recuperare secundară.

Notații

a — tăietura la origine a ecuației care reprezintă relația dintre logaritmul cantității de gaze injectate în condiții de zăcămînt raportată la volumul poros și saturația medie în gaze;
b — panta aceleiași ecuații;
B — constanta în ecuația menționată;
C_g — cumulativul de gaze injectate (condiții de suprafață) m^3;
C_t — cumulativul de țiței extras (condiții de suprafață), m^3;
d — diferențiala;
e — baza logaritmilor naturali;
f_g — procentul de gaze din curent;
f_t — procentul de țiței din curent;
K_{rg} — permeabilitatea relativă pentru gaze;
K_{rt} — permeabilitatea relativă pentru țiței;
ln — logaritm natural;
q_g — debitul de gaze injectate (condiții de suprafață), m^3/zi;
q_t — debitul de țiței extras (condiții de suprafață), m^3/zi;
RGT — rația gaze-țiței (condiții de suprafață), m^3/m^3;
s_{ai} — saturația în apă interstițială, %;
s_g — saturația în gaze, %;
$\bar{s}_g$ — saturația medie în gaze, %;
$\bar{s}_t$ — saturația medie în țiței, %;
T — timpul, zile;
β_g — factorul de volum pentru gaze;
β_t — factorul micșorării de volum pentru țiței;
Δ — diferența finită;
$\frac{\Delta N}{N}$ — factorul de recuperare %
Φ — funcția;
μ_g — viscozitatea gazelor, cP;
μ_t — viscozitatea țițeiului, cP;

INDICI SUPLIMENTARI

1, 2 — timpul 1, respectiv 2;
i,f — începutul, respectiv sfîrşitul procesului de injecţie de gaze;
L — capătul de ieşire al sistemului în care are loc procesul de dislocuire a ţiţeiului de către gaze;
z — condiţiile de zăcămînt.

BIBLIOGRAFIE

[1] Arps, J. J. şi Roberts, T. G. *The Effect of the Relative Permeability Ratio, the Oil Gravity, and the Solution Gas-Oil-Ratio on the Primary Recovery from a Depletion Type Reservoir.* În: Journal Petroleum Technology, aug. 1955.

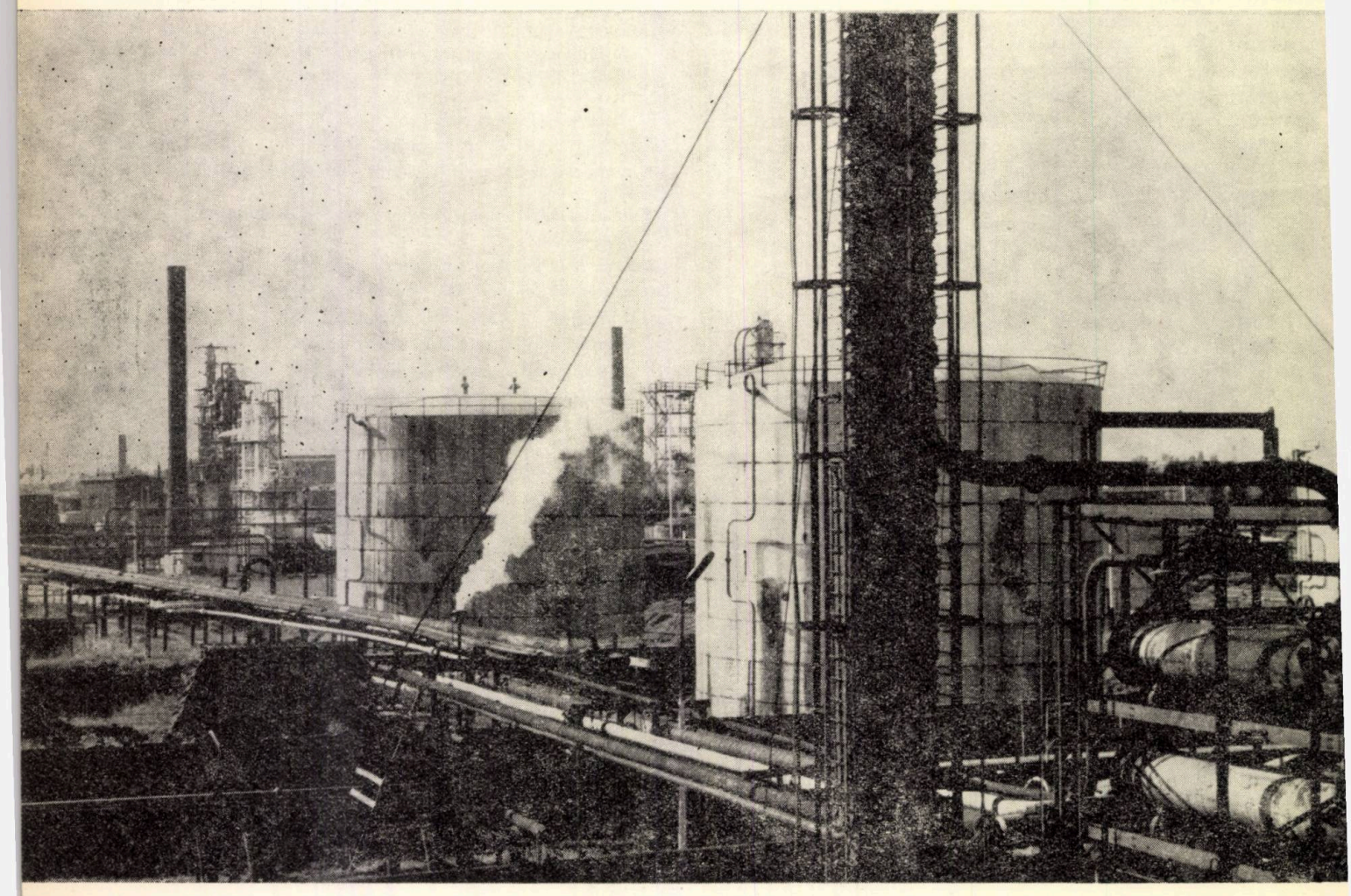
[2] Wahl, W. L., Mullins, L. D. şi Elfrink, E. B. *Estimation of Ultimate Recovery from Solution Gas-Drive Reservoirs.* În: Journal Petroleum Technology, iun, 1958.

[3] Welge, H. J. *A Simplified Method for Computing Oil Recovery by Gas or Water Drive.* În: Trans AIME, 195, 1952.

[4] Cristea, N. *Un nou mod de prezentare a teoriei hidrodinamice aproximative privitoare la recuperarea secundară prin spălare cu gaze.* În: Petrol şi Gaze, nr. 8, 1956.

[5] Day, R. J. şi Yuster, S. T. *Predictions of Behavoir in Air Gas Drive.* În: The Oil Weekly February, nr. 18, 1946.

Rafinăria Ploieşti



Ing. S. SOCOL şi
ing. C. EVGHENIDE

Consideraţii cu privire la efectuarea unor perfecţionări ale proceselor tehnologice din extracţia ţiţeiului, o dată cu introducerea automatizării

În ţara noastră este în plină desfăşurare o acţiune largă de automatizare a proceselor tehnologice din principalele ramuri industriale. Scopul acestei acţiuni constă în realizarea unei creşteri a productivităţii muncii, reducerea preţului de cost, uşurarea efortului fizic al muncitorilor şi îmbunătăţirea condiţiilor de lucru.

Automatizarea proceselor tehnologice existente, fără modificarea lor, de cele mai multe ori nu asigură însă obţinerea unei părţi însemnate a avantajelor pe care le poate oferi introducerea automatizării. De aceea, este necesar ca o dată cu introducerea acesteia să se studieze şi posibilităţile de perfecţionare a proceselor tehnologice.

Un exemplu simplu dar edificator în această problemă îl constituie aparatul electronic de măsură în flux continuu al conţinutului de apă în ţiţei, la trecerea prin conductă. Dacă s-ar fi automatizat procesul clasic de colectare a probei de ţiţei din conductă şi determinarea prin distilare a conţinutului de apă, instalaţia rezultată ar fi fost greoaie, extrem de costisitoare şi nu s-ar fi eliminat decît parţial erorile metodei clasice. Prin montarea unui traductor capacitiv în conductă şi lucrînd pe bază de permitivitate dielectrică, s-au eliminat operaţiile legate de colectarea probei şi de distilarea acesteia, realizîndu-se automatizarea operaţiei cu un aparat relativ simplu, la un preţ scăzut şi în condiţii de precizie ridicate.

Numeroase exemple în acest sens se întîlnesc atît în ramuri industriale în care automatizarea a făcut deja progrese însemnate, ca în industria chimică sau prelucrătoare de ţiţei, cît şi acolo unde automatizarea a început recent să fie introdusă, cum este cazul în tehnica forării sondelor de ţiţei şi gaze.

În cele ce urmează, pe baza realizărilor din R.P.R. şi din străinătate şi ţinînd seama de condiţiile concrete din schelele noastre, se propun unele modificări ale proceselor tehnologice din extracţia ţiţeiului, care sînt considerate necesare o dată cu introducerea automatizării.

La sondele în erupţie naturală se păstrează sistemul funcţional şi utilajul obişnuit. Orificiile de limitare (duze fixe sau reglabile manual) vor putea fi, însă, înlocuite cu duze autoreglabile sau telecomandate. Menţionăm duza tip D.D. [2] şi duza telereglabilă elaborată de Institutul de cercetări „Neftehimautomat" (U.R.S.S.) [3].

Pentru a putea introduce în acelaşi separator de bloc sau de total un număr de sonde în erupţie cu caracteristici diferite de producţie, fără a se

influența reciproc, este necesar ca aceste sonde să fie prevăzute cu robinete retroregulatoare, care să permită funcționarea sondei în limite date de presiune, sau clape de reținere, care să nu permită înecarea sondelor mai slabe de către sondele mai robuste. Se pot utiliza, între altele, robinete de siguranță de tip „Safomatic", construite de întreprinderea Garrett Oil Tools-S.U.A. [4], și clapete de reținere tip „Sella" [5]. Bineînțeles, astfel de dispozitive nu pot fi utilizate decît cu unele restricții la sonde cu conținut mare de apă sau de nisip.

Automatica locală trebuie completată la sondele eruptive cu deparafinarea automată a țevilor de extracție (instalații electromecanice automate, încălzitoare electrice de țevi sau de strat, curățitoare zburătoare) și închiderea automată a robinetului principal în cazul avarierii conductei de amestec sau capului de erupție [1].

La sondele în erupție artificială se pun în parte aceleași probleme menționate la sondele în erupție naturală. Problemele specifice sondelor în erupție artificială și care trebuie, de asemenea, luate în considerare sînt reglarea automată a debitului de gaze injectate și utilizarea dispozitivelor de injecție intermitentă. Se menționează regulatorul sovietic de tip 04—DC—410 și instalația LZU-1 [6].

La sondele în pompaj continuu sau cu program, tehnologia de exploatare rămîne în cazul automatizării cea clasică. O problemă deosebită o constituie, însă, automatizarea funcționării cu pauză a sondelor. Întrebuințarea programatoarelor automate de timp nu duce totdeauna la realizarea unui regim optim de pompare cu pauză, datorită lipsei de uniformitate a afluxului de țiței în gaura de sondă. Stabilirea unei concordanțe cît mai apropiate între afluxul de lichid și funcționarea instalației de pompare se poate realiza cu unul dintre următoarele moduri :

a) Cuplarea motorului electric se realizează pe baza unui program stabilit, cu ajutorul releului de timp, iar decuplarea, la încetarea curgerii lichidului din sondă. Întreruperea curgerii este semnalizată de un traductor.

Ca traductoare de debit, s-au experimentat în străinătate, între alte tipuri, traductorul sovietic DRSS-14 [7] și traductorul firmei Charles Wikle [8].

În ultimul timp se experimentează în R.P.R. un nou traductor de debit, fără contacte și cu transmitere la distanță [1].

Unele greutăți în folosirea traductoarelor de debit sînt provocate de următoarele :

— debitul pompei este neuniform, și curentul de lichid poate să se reducă brusc sau chiar să înceteze complet, periodic ;

— la unele sonde, gazele acumulate în spațiul inelar pătrund periodic în țevile de extracție, golindu-le de lichid. În acest caz, pentru un timp oarecare (uneori 20—30 min și mai mult), curgerea lichidului se întrerupe complet, pînă la reumplerea țevilor de extracție de către pompa în funcțiune ;

— în cazul unei construcții nepotrivite (existența unui spațiu cu rol de acumulare de volum), traductorul se poate bloca cu impurități solide conținute în țiței (nisip).

Primele două dificultăți menționate pot fi înlăturate folosind suplimentar la traductorul de debit și un releu de timp, care la fiecare întrerupere a debitului intră în funcțiune, iar la revenirea acestuia se reîntoarce în poziția primară. În acest mod, atît în cazul funcționării normale cît și în cazul golirii de către gaze a țevilor de extracție, releul de timp nu permite oprirea motorului unității de pompare la încetarea curgerii decît după trecerea unei anumite perioade de timp (fixată la alegere în funcție de specificul sondei).

b) Cuplarea motorului electric se realizează pe baza unui program stabilit, cu ajutorul releului de timp, iar decuplarea la apariția fenomenului cunoscut sub denumirea de „lipsă de nivel" (neumplerea completă a pompei de adîncime).

În U.R.S.S. în acest scop se utilizează un traductor de efort de tip special, elaborat la VNII, lucrînd împreună cu un traductor de limite ale cursei capului de balansier [8].

c) Cuplarea și decuplarea motorului se realizează în funcție de nivelul de lichid din gaura de sondă, care se măsoară cu ajutorul unui manometru de fund.

Întrucît manometrele de fund utilizate în acest scop dau erori de pînă la $\pm$ 2,5%, ceea ce reprezintă de exemplu la 1 000 m adîncime o eroare orientativă posibilă de $\pm$ 25 m, această metodă, deși cea mai rațională, întîrzie să fie aplicată industrial.

Se precizează, însă, că atîta timp cît elementele de pompare (cursa, numărul de curse și diametrul pistonului) permit realizarea unor randamente bune de pompare, pompajul continuu rămîne cel mai indicat.

La sondele cu țiței parafinos, trebuie înlocuite actualele metode mecanice și periodice de deparafinare prin metode automate continue. Se menționează, în ordinea utilității, acelea care se consideră cele mai corespunzătoare specificului țării noastre : plăcuțe de deparafinare montate pe prăjinile de pompare acționate automat de dispozitive speciale de rotire și încălzitoare electrice de țevi și de strat. Atît la sondele eruptive cît și la cele în pompaj de adîncime va trebui încercată, de asemenea, aparatura necesară deparafinării semiautomate a conductelor de amestec, utilizînd curățitoare sferice.

Lărgirea automaticii locale la sondele în pompaj duce la introducerea aparaturii necesare ungerii automate a unităților de pompare.

Astfel de aparaturi sînt utilizate curent în străinătate [9].

La parcurile de separare, colectare și transfer din schelele noastre sînt necesare modificări substanțiale pentru realizarea unui regim închis de lucru și asigurarea condițiilor cerute de trecerea la automatizarea complexă.

Raționalizarea sistemului actual impune în primul rînd luarea în considerație a eliminării pierderilor actuale de fracțiuni ușoare, datorită utilizării sistemului deschis de transfer al țițeiului de la parcul de colectare la rafinărie. Această problemă a făcut obiectul unui studiu aprofundat, în care se analizează și se fac propuneri de utilizare a trei sisteme diferite de transfer, și anume: LACT (lease automatic custody transfer), SATSR (sistem automat de transfer cu stabilizarea la rafinărie) și SATSS (sistem automat de transfer cu stabilizare la schelă) [10].

Din analiza celor trei sisteme se constată că toate prevăd și justifică funcționarea parcurilor de separare, colectare și transfer, în regim închis.

Funcțiunile unui astfel de parc vor fi: separarea în trepte a lichidului și gazelor; măsurarea producției de țiței, apă și gaze; transferul țițeiului în conducta de transport la parcul central de depozit al schelei sau direct la rafinărie. Deshidratarea țițeiului se va putea face eventual la parcul de separatoare, în funcție de condițiile specifice. Stabilizarea țițeiului nu este indicată a se face la parc; se va reduce, însă, presiunea ultimului etaj de separare la 1÷1,5 kgf/cm² sau se vor aspira gazele din separatoare la o presiune puțin peste cea atmosferică.

Supravegherea în sistem centralizat a funcționării sondelor înseamnă de fapt controlul producției acestora. Acest control se poate realiza în două moduri.

Unul dintre moduri constă în măsurarea directă și periodică în separatoare măsurătoare sau cu debitmetre adecvate (după grafic sau la indicarea unei funcționări nenormale a sondelor), completată prin control permanent, dar indirect al debitului, ca urmare a supravegherii unor parametri cu dependență de debit (de exemplu: presiuni la sondele în erupție naturală și artificială, dinamograma sau și electrograma la sondele în pompaj cu prăjini). Se știe că în astfel de cazuri cota procentuală a timpului de măsurare directă este în general de 5—15% din totalul timpului de producție.

Al doilea mod de control constă din măsurarea directă și permanentă în separatoare măsurătoare sau cu debitmetre adecvate, proprii fiecărei sonde.

Dintre acestea, primul mod de control are o largă întrebuințare atît în țara noastră cît și în celelalte țări petroliere [11].

Cel de-al doilea mod de control are o utilizare restrînsă. El a fost descris într-o comunicare făcută la cel de-al V-lea Congres Internațional al Petrolului de la New York din 1959 ca unul dintre cele trei sisteme automate de colectare folosite în Canada [12] și menționat în unele publicații de specialitate din S.U.A. [13].

În cele ce urmează sînt prezentate, pentru fiecare dintre cele două moduri de control automat, cîteva scheme de colectare perfecționate.

1. *Schemele ce fac parte din primul mod de control* (măsurare directă periodică) sînt eficace atîta timp cît există o supraveghere centralizată automată a sondelor [14]. Iată cîteva dintre ele.

a) Schema A_1, pentru colectarea a 12 sonde, avînd o singură treaptă de separare, este redată în figura 1. Ea poate realiza separarea bifazică țițeiului brut-gaze, măsurarea debitelor individuale și totale de țiței și gaze, precum și a unora dintre caracteristicile importante ale țițeiului (conținut de apă, greutate specifică, temperatură), reglarea automată a presiunii în colectorul de gaze și a temperaturii în separatoare și rezervorul-tampon, introducerea

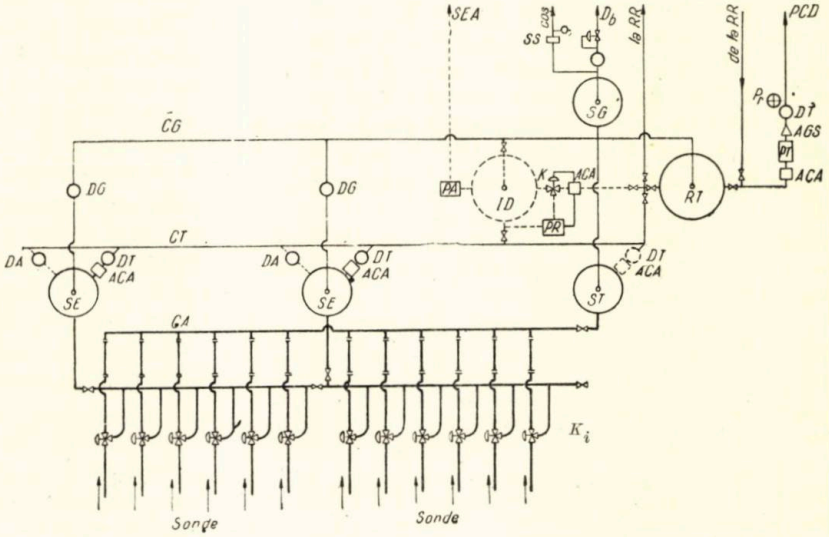


Fig. 1. Schema *A* (patru variante) pentru colectarea în regim închis a 12 sonde, cu o singură treaptă de separare și măsurarea periodică a debitelor sondelor:

CA — conducte de amestec de la sonde; *K* — robinete cu trei căi și acționare pneumatică; *SE* — separatoare de etalonare; *ST* — separator de total; *CT* — colector de țiței; *CG* — colector de gaze; *RT* — rezervor-tampon; *ID* — instalație de deshidratare; *PT* — pompă de transfer țiței; *PCD* — parc central de depozit al schelei; *PA* — pompă de recirculație și evacuare a apei sărate; *SE* — stație de epurare a apei sărate; *RP* — retroregulator pneumatic în rețeaua de colectare a gazelor; *Db* — dezbenzinare; *SS* — supapă de siguranță; *DT* — debitmetru țiței; *DA* — debitmetru apă sărată; *DG* — debitmetru gaze; *PR* — pompă de retrimitere a țițeiului necorespunzător în instalația de deshidratare; *ACA*, *AGS* — aparate de măsură și control al conținutului de apă și a greutății specifice a țițeiului; *Pr* — instalații automate sau semiautomate de colectare de probe medii de lichid; *RR* — rezervor de rezervă; *SG* — recipient gaze.

——— schema A_1; . . . . . completare schema A_2; – – – – – completare schema A_3; . . . . . + – – – – completare schema A_4.

automată a sondelor la etalonare după un program stabilit cu anticipație sau la comanda dispecerului și transferul de țiței brut prin intermediul unui rezervor-tampon cu comanda automată a pompei, în funcție de nivelul lichidului din rezervor.

Schema va dispune, de asemenea, în funcție de gradul de utilitate, de aparate de măsură a conținutului de apă și a greutății specifice, de instalații pentru colectarea automată sau semiautomată de probe medii de lichid și va prevedea protejarea automată (dublată de semnalizare) a agregatelor de pompare (la presiune maximă de refulare, suprasarcină electrică, temperatură maximă a lagărelor) și a instalațiilor de separare și colectare (la presiune).

După cum se vede din figură, măsurarea individuală a țițeiului brut produs de sonde se face în două separatoare (cîte unul pentru fiecare grup de șase sonde) fie cu separatoare măsurătoare, fie cu debitmetre adecvate. Timpul teoretic de măsurare directă a debitului de lichid și gaze este de 16,7% din timpul total de producție. Este de menționat că instalațiile similare din U.R.S.S. prevăd cîte un separator de etalonare, la opt sonde (12,5% din timpul calendaristic revine unei sonde pentru etalonare), iar instalațiile americane de colectare merg în mod curent pînă la 15 sonde (6,7% din timpul calendaristic) și, uneori, pînă la 30 sonde (3,3% din timpul calendaristic), măsurate prin același separator de etalonare. Nu este neapărat necesară măsurarea debitului separatorului de total, debitul total de lichid fiind măsurat la ieșirea din parc.

În incinta parcului vor exista un panou de comandă și o schemă sinoptică cu semnalizări locale, transmisibile la postul central de control dacă nu au fost chitate după un anumit timp de către operatorul local.

Avariile și ieșirile din limitele normale de funcționare a presiunilor și nivelurilor de lichid în separatoare și rezervorul-tampon se vor semnaliza optic și acustic sau numai optic (în funcție de gravitatea lor).

Toate debitmetrele vor dispune de înregistrare sau contorizare locală. Cu transmitere la distanță vor fi prevăzute numai debitmetrele de lichid montate la separatoarele de etalonare și la ieșirea din parc și debitmetrul de total gaze trimise la dezbenzinare. Debitmetrele de total (avînd caracter de transfer comercial) vor dispune de compensare de presiune și temperatură pentru gaze și numai de temperatură pentru lichide. Agregatele de pompare pentru transfer vor fi de tip centrifugal.

Pentru a se asigura continuitatea proceselor de producție se recomandă utilizarea a două agregate de pompare (din care unul de rezervă) și existența unui rezervor de rezervă, care să permită ocolirea rezervorului-tampon în cazul defectării acestuia.

În cazuri speciale și după necesități, instalațiile vor fi prevăzute cu două sau mai multe trepte de separare.

b) S c h e m a A_2 este identică cu schema A_1, cu excepția separatoarelor de etalonare care sînt trifazice. În acest caz vor putea fi măsurate și debitele de apă decantată, apă care va putea fi din nou introdusă în colectorul de țiței. Deoarece deshidratarea nu se face total, vor fi utilizate în continuare aparatele de măsură a conținutului de apă, prevăzute în schema A_1.

c) S c h e m a A_3, pentru colectarea și deshidratarea țițeiului a 12 sonde, cu o singură treaptă de separare, este identică cu schema A_1, completată cu instalația automată de deshidratare (fig. 1, cu linii întrerupte).

La volumul de operații ale schemei A_1, în schema A_3 se mai adaugă : măsurarea debitului de lichid al separatoarelor de total, tratarea automată a țițeiului brut într-o unitate unică de deshidratare și reglarea automată a temperaturii apei de spălare.

În instalația de deshidratare, țițeiul este controlat cu un aparat de măsură a conținutului de apă de tip monitor, montat la ieșirea din instalația de deshidratare și retrimis în instalație în cazul depășirii limitei admisibile pentru predare la rafinărie. Instalația dispune, de asemenea, în cazul utilizării metodei termochimice de pompe cu acționare automată pentru recircularea apei de spălare și evacuarea surplusului în colectorul de apă sărată al parcului, precum și dozarea dezemulsionantului.

La semnalizări se mai adaugă depășirea limitelor normale de funcționare a parametrilor instalației automate de deshidratare (conținutul de apă la ieșirea din instalație, temperatura apei de spălare, nivelul apă-țiței și nivelul de supraplin).

Capacitatea de tratare a instalației de deshidratare se recomandă a fi cu circa 50% superioară producției parcului, pentru cazul reîntoarcerii la tratare a țițeiului necorespunzător.

d) S c h e m a A_4 este identică cu schema A_3, cu excepția separatoarelor de etalonare care sînt trifazice. În acest caz rămîn valabile observațiile făcute la schema A_2.

e) Se menționează că atunci cînd condițiile specifice ale șantierului o permit, se pot realiza scheme de genul celor analizate mai sus, care să cuprindă în afara parcului central de separare, colectare și transfer, unul sau mai multe parcuri „satelit", plasate la distanță.

Acestea satisfac, de exemplu, numai funcțiunea de măsurare periodică a debitelor de țiței și gaze ale sondelor controlate. După măsurare fluidele sînt introduse în conducta de total amestec, care debitează în separatorul sau separatoarele de total ale parcului central. Eventuala deshidratare și transferul țițeiului în conducta de transport se fac în parcul central.

În figura 2 se arată o schemă de acest gen utilizată în S.U.A. [15].

2. *În cazul inexistenței unei supravegheri indirecte a debitului printr-un control centralizat* și permanent al parametrilor cu dependență de debit, folosirea unor scheme de separare, colectare și transfer cu măsurare directă și permanentă a debitului în separatoare măsurătoare sau cu debitmetre adecvate, proprii fiecărei sonde, apare ca cea mai indicată. Condiția care se cere îndeplinită este ca aparatura necesară separării și măsurării individuale a țițeiului și gazelor să fie suficient de ieftină [12, 14].

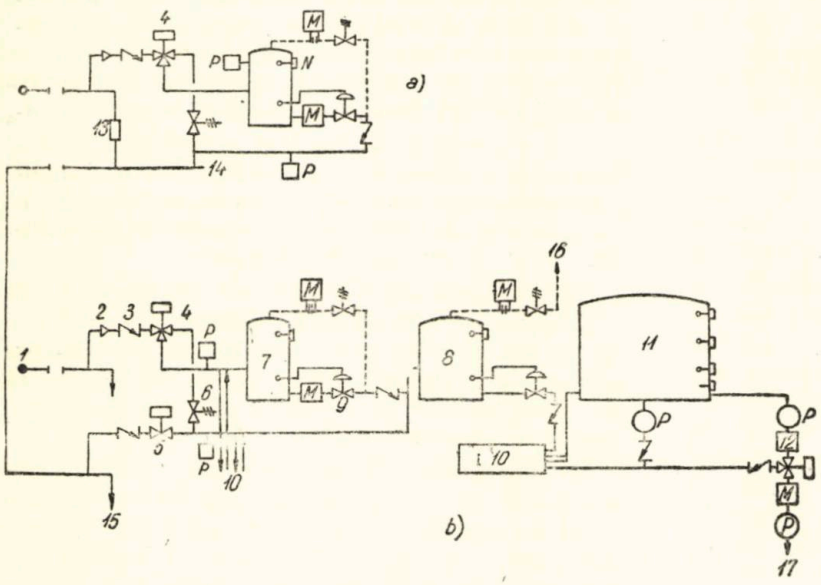


Fig. 2. Parc central de colectare (*b*) și parc satelit (*a*):
1 — sondă; *2* — duză; *3* — robinet retroregulator; *4* — robinet electrohidraulic cu trei căi și trei poziții; *5* — robinet electrohidraulic; *6* — robinet de siguranță; *7* — separatoare de etalonare; *8* — separator de total; *9* — robinet cu membrană; *10* — încălzitor; *11* — rezervor-tampon; *12* — aparat de măsură a conținutului de apă în țiței; *13* — filtru; *14* — legătură pentru țiței murdar; *15* — spre decantor; *16* — legătură în colectorul de gaze; *17* — legătură în conducta de transport; *M* — debitmetru; *P* — dispozitiv de semnalizare a presiunii; *P* (în cerc) — pompă centrifugă; *N* — dispozitiv semnalizare nivel.

Separatoarele măsurătoare tip IS proiectate de I.C.F.E. și experimentate cu rezultate bune în schela Cîmpina în anii 1961, 1962, prin costul lor redus și prin domeniul larg de aplicabilitate (este de menționat că mai mult de 80% din sondele noastre corespund condițiilor de măsurare ale acestor separatoare), constituie elemente potrivite pentru realizarea unor asemenea scheme [16].

Aceste separatoare măsurătoare pot fi montate în parcurile de colectare pe conductele de amestec, cu excluderea rezervoarelor de etalonare și de total și cu menținerea unui singur recipient de colectare a gazelor separate. Pentru etalonarea individuală dar periodică a debitului de gaze al sondelor și pentru cercetarea caracteristicilor lichidului produs, va fi prevăzut un separator măsurător de rezervă.

Descărcarea tuturor separatoarelor măsurătoare se face într-un singur colector de țiței comun cu legătură într-un rezervor-tampon și comandă automată a pompei de transfer. Pentru a evita blocarea cu parafină consistentă a elementelor de încărcare-descărcare a separatoarelor măsurătoare, în timpul godevilării conductelor de amestec ale sondelor, amestecul va putea fi dirijat la nevoie printr-o conductă de ocolire într-un separator gaze-țiței de tip obișnuit, cu legătura de țiței în colectorul comun și cu legătura de gaze în rețeaua de colectare a parcului. Pentru cazuri de defecțiune a separatoarelor măsurătoare, amestecul gaze-țiței al sondelor respective va fi dirijat, prin intermediul unor robinete cu trei căi, într-un colector comun de amestec, legat la separatorul menționat [14].

a) Schema B_1, pentru colectarea a n sonde cu o singură treaptă de separare, redată în figura 3, realizează același program de operații ca și schema anterioară A_1, cu următoarele excepții:

Măsurarea țițeiului brut produs de sonde se face permanent în n separatoare măsurătoare de tip IS (cîte unul pentru fiecare sondă). Măsurarea debitului de gaze al sondelor și al conținutului de apă în țiței se face periodic la ieșirea din separatorul măsurător de rezervă care în figură este notat cu *Sr*.

Pentru măsurarea descărcărilor și semnalizarea la postul de comandă a preaplinului camerelor de separare a separatoarelor măsurătoare din schema tehnologică analizată, se va putea utiliza schema electrică redată în lucrarea [16].

Restul observațiilor făcute la schema A_1 rămîn valabile și pentru schema B_1.

Schema B_1 se pretează în special la sonde în pompaj de adîncime cu debite mici și medii de lichid și cu rații medii de gaze. La experimentările efectuate cu separatoare măsurătoare tip IS-1 la un parc din schela Cîmpina, s-au putut separa debite de gaze de la 16 000 la 1 000 Nm³/24 h și măsura debite de lichid de la 3 la 64 m³/24 h.

În parcul respectiv nu s-a dispus de debite în afara celor menționate. În cazul lichidelor cu conținut neglijabil de gaze, debitul de lichid măsurat poate atinge după calcul cifra de 90 m³/24 h, atunci cînd se dispune de o presiune diferențială de descărcare de 1,5 kgf/cm², și de 80 m³/24 h, atunci cînd se dispune de o presiune diferențială de 0,5 kgf/cm² [17].

b) Schema B_2, pentru colectarea și deshidratarea țițeiului la n sonde, cu o treaptă de separare, este la fel cu schema B_1 completată cu instalația automată de deshidratare (fig. 3,

cu linii întrerupte). Ea realizează în același timp integral volumul de operații menționat la schema A_3.

Din analiza comparativă a schemelor de tip A și B se constată deosebiri fundamentale rezultate din modul diferit cum se execută supravegherea debitului de țiței al sondelor conectate : periodic sau continuu. Aceste deosebiri determină totodată și domeniul lor de aplicabilitate calitativă.

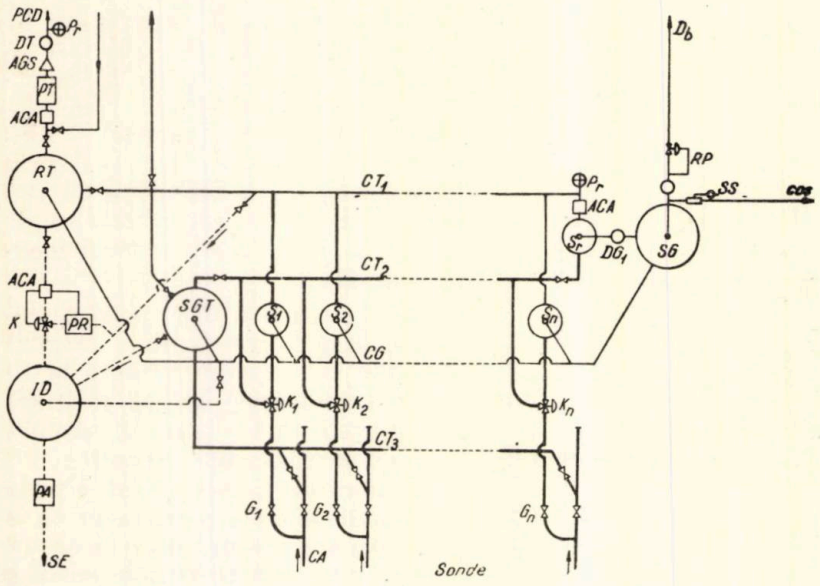


Fig. 3. Schema *B* (două variante) pentru colectare în regim închis a *n* sonde cu o singură treaptă de separare și măsurarea permanentă a debitului de țiței al sondelor :

CA – conducte de amestec de la sonde ; *G* – gări de primire a curățitoarelor de parafină ; *K* – robinete cu trei căi ținute acționare pneumatică ; S_1 – S_n – separatoare măsurătoare de tip IS ; *Sr* – separator măsurător de rezervă ; *SGT* – separator gaze-țiței de tip SG-8 ; *SG* – recipient de gaze ; CT_1 – colector principal de țiței ; CT_2 – colector de rezervă pentru cazul folosirii separatorului măsurător *Sr* și a separatorului *SGT* ; CT_3 – colector de ocolire, folosit în timpul godevilării conductelor de amestec ; *Cg* – colector de gaze ; *RT* – rezervor-tampon ; *ID* – instalație de deshidratare ; *PT* – pompă de transfer țiței ; *PCD* – parc central de depozit al schelei ; *PA* – pompă de recirculație și evacuare a apei sărate ; *SE* – stație de epurare a apei sărate ; *RP* – retroregulator pneumatic de presiune în rețeaua de colectare a gazelor ; *Db* – dezbenzinare ; *SS* – supapă de siguranță ; *DT* – debitmetru țiței ; DG_1 – debitmetru de măsură a gazelor sondelor (etalonare periodică) ; DG_2 – debitmetru de total gaze ; *PR* – pompă de retrimitere a țițeiului necorespunzător în instalația de deshidratare ; *ACA* – aparate de măsură și control al conținutului de apă în țiței ; *AGS* – aparat de măsură a greutății specifice a țițeiului ; *Pr* – instalații automate sau semiautomate de colectare de probe medii de lichid ; *RR* – rezervor de rezervă.

——— schema B_1 ; – – – – – – completare la schema B_2.

a) Schema de tip *A*, care este asemănătoare schemei LACT (privind parcuri de colectare), se potrivește foarte bine exploatării inițiale a sondelor caracterizate prin erupție naturală și artificială, cu debite de țiței și gaze, respectiv cu capacitate mare de separare și măsurare a fluidelor asociate. Procentul de timp ce revine măsurării directe a debitelor de țiței și gaze este destul de redus (5—15% din timpul calendaristic) în cazul utilizării acestei scheme, de aceea utilizarea se recomandă în schelele în care variația parametrilor importanți de producție (presiuni, debite, temperaturi, rație gaze-țiței) are loc lent și cu suficientă regularitate, sau atunci cînd se efectuează un control permanent al parametrilor indirecți cu o instalație telemecanică. Această schemă corespunde bine și sondelor în pompaj de adîncime, atît timp cît acestea fie că au un regim constant de funcționare (ruperi rare de prăjini, pompe de fund cu durată mare de funcționare între două intervenții), fie că dispun de un sistem telemecanic care realizează un control permanent al unor parametri cu dependență de debit, cum sînt : efortul în prăjina lustruită, consumul de energie la motor, temperatura la intrarea în conducta de amestec etc.

b) Schema de tip *B*, prin măsurarea individuală și permanentă a debitului de țiței, corespunde controlului sondelor cu mare instabilitate, respectiv al celor în pompaj de adîncime. Pentru a fi economică, se cere ca separatoarele măsurătoare individuale să fie foarte ieftine, în consecință, ele nu vor putea avea o capacitate mare de separare și de măsură.

Vor putea face deci obiectul unor astfel de scheme sonde în pompaj cu debite mici și medii de lichid și cu rații gaze-țiței relativ scăzute. O dată cu plafonarea impusă de separatoarele măsurătoare respective, se va produce, de asemenea, și o limitare inferioară, prin faptul că sondele cu debite de lichid pînă la o anumită valoare nu vor prezenta suficientă eficacitate economică la măsurarea permanentă a debitului de lichid. În schimb, astfel de scheme permit, prin volumul suficient de informații, posibilități de prelucrare automată a acestora și, prin aceasta, reducerea la minimum a pierderilor de producție prin eliminarea practic totală a timpului neproductiv necunoscut.

c) Deoarece sondele, în urma scăderii presiunii zăcămîntului, trec în decursul timpului de la erupție naturală, prin erupție artificială, la pompajul de adîncime, ar urma ca în schelele noi dotate inițial cu scheme de tip *A*, acestea să fie înlocuite la timpul oportun prin scheme de tip *B*. Pentru ca acest lucru să nu ducă la cheltuieli suplimentare importante și la durate de instalare nepermise, este bine a se avea în vedere la întocmirea schemelor de tip *A* posibilitatea transformării ușoare și ieftine a acestora în scheme de tip *B*, cu eliberarea separatoarelor măsurătoare de cost și debit mare și înlocuirea lor cu separatoare măsurătoare de debit și cost scăzut.

Figura 4 reprezintă o schemă de tip *B* rezultată din transformarea schemei de tip *A* din figura 1. Din comparația acestora se observă că o dată cu separatoarele de etalonare *SE*

din figura 1 se eliberează, de asemenea, toate aparatele de control prevăzute la separatoare (de etalonare și de total), cu excepția unui singur debitmetru de gaze DG_1 și unui aparat de măsură a conținutului de apă în țiței ACA, care rămîn montate la separatorul măsurător *Sr* din figura 4.

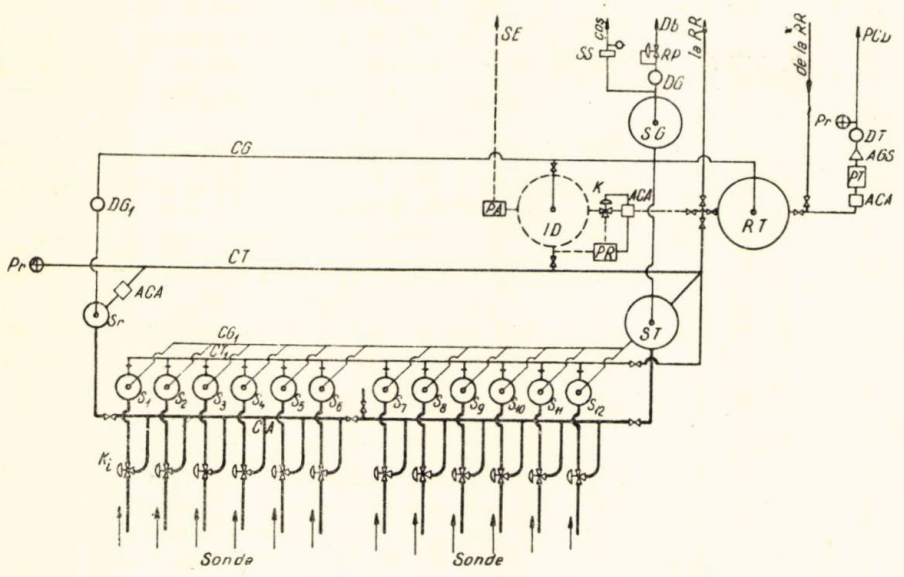


Fig. 4. Schema de tip *B* rezultată din transformarea schemei de tip *A*. Notațiile sînt aceleași din figura 1, cu următoarele completări:

S_1-S_{12} – separatoare măsurătoare de tip IS; *Sr* – separator măsurător de rezervă; CG_1 – colectorul de gaze al separatoarelor măsurătoare; DG_1 – debitmetru de gaze montat la separatorul măsurător de rezervă.

Separatoarele măsurătoare S_1-S_{12} se montează în locul cupoanelor în flanșe prevăzute în schema din figura 1.

Se fac unele demontări sau completări ale conductelor de legătură, prevăzîndu-se un colector suplimentar de gaze CG_1 pentru cele 12 separatoare măsurătoare. Acesta este legat fie în separatorul *ST* (corespunzător separatorului *SGT* din fig. 3), fie în rețeaua de gaze a parcului.

În șantierele vechi, în general schele cu specific de sonde în pompaj, avînd debite mici și medii de țiței și rații mici de gaze, schema *B* se impune de la început. Această schemă, deși concepută pentru lucru în regim închis, poate funcționa de asemenea în regim deschis, acolo unde regimul închis nu este necesar, utilizînd separatoare măsurătoare de tip IS-2 prevăzute cu dispozitive mecanice de lucru [16].

Pentru șantiere cu specific de sonde în pompaj, avînd debite mici și medii de țiței (pînă la circa 30 m³/24 h), pot fi utilizate de asemenea scheme de parcuri cu control individual și permanent utilate cu debitmetre basculante. O astfel de schemă este redată în lucrarea [18].

La variantele prezentate se deosebesc două grupe distincte de parametri și operații controlate automat sau semiautomat: controlul proceselor și parametrilor de producție ai sondelor plasate dispersat și la distanțe mari și controlul proceselor, parametrilor și operațiilor din instalațiile parcului de separare, colectare și transfer, concentrate fiecare pe un teritoriu restrîns.

Această situație necesită o aparatură de telemecanică încă suficient de complicată și scumpă. În această fază, o simplificare importantă o va putea constitui modificarea metodei de control al sondelor prin „prelungirea țevilor de extracție" la sondele în erupție (naturală și artificială) pînă la parcul respectiv de colectare și montarea elementelor de control al erupției în interiorul parcului. Elementul de manevră va fi simplu, constînd dintr-un singur robinet de presiune corespunzătoare cu trei căi (pentru fluidul de la sondă, dirijarea spre separatorul de total și dirijarea spre separatorul de etalonare). În acest mod, aproape toți parametrii și operațiile controlate mai importante și mai dificile se transpun de la sondă la parc, simplificînd astfel instalațiile. Această schemă evoluată a fost introdusă în ultimii ani în străinătate [19].

CONCLUZII

1. Introducerea automatizării în industria extractivă de țiței, la fel ca și în alte domenii, pune problema efectuării unor perfecționări ale proceselor tehnologice și utilajelor actuale. Fără aceste perfecționări, într-o serie de cazuri nu se poate obține decît o parte din avantajele ce le oferă automatizarea. Această problemă devine tot mai importantă pe măsură ce acțiunea de introducere a automatizării se apropie mai mult de fazele complexă și completă.

2. Analiza condițiilor din schelele noastre arată că introducerea automatizării nu pune în etapa actuală problema efectuării unor modificări substanțiale la sonde. În schimb, la parcurile de colectare, separare și transfer, introducerea acesteia nu este posibilă în condiții economice avantajoase fără efectuarea unor perfecționări importante ale schemelor tehnologice și utilajelor actuale. Structura și gradul acestor perfecționări trebuie determinate în fiecare caz concret, studiindu-se aspectele tehnice și economice în funcție de o serie întreagă de factori specifici, inclusiv de utilajele cu care sînt deja dotate schelele existente. Orientativ se poate recomanda utilizarea schemelor de

tip *A*, prezentate în lucrare, în șantierele care se caracterizează printr-o mare stabilitate, în special în cele noi, iar schemele de tip *B* — în șantierele ale căror sonde funcționează instabil și au debite mici sau medii.

3. În prezent, în R.P.R. se efectuează lucrări în scopul perfecționării proceselor tehnologice din extracția țițeiului, o dată cu introducerea automatizării. Este de recomandat intensificarea lucrărilor de cercetare, proiectare și experimentare pentru rezolvarea acestei probleme, asigurînd astfel condițiile pentru trecerea la automatizarea complexă și completă și mărind astfel eficacitatea economică.

BIBLIOGRAFIE

[1] Socol S. ș.a. *Automatizarea și controlul tehnologic centralizat în extracția și transportul țițeiului și al gazelor* (Lucrare în curs de apariție). Ed. tehnică, București, 1963.

[2] Dîmoviceanu, D. *Duză cu orificiu autoreglabil pentru exploatarea sondelor în erupție și gazlift.* Brevet R.P.R. nr. 41940, titular MIPC.

[3] * * * *Distanționo-reguliruemîi ștuțer dlia fontanoi skvajin.* Vîstavka dostijenii norodnovo hoziaistvo SSSR, 1961.

[4] * * * *Well head and system safety.* Garret Oil Tools (prospect SUA), 1959.

[5] * * * *Cast Steel Valves.* Catalog 60 (1960). Sella, London (prospect Anglia).

[6] * * * *Lift zamescenia k olsecikoi vozduha na ustie tipa* LZU-1. Gosinti, Moskva, 1958.

[7] * * * *Neftianoe borudovanik. Kontrolno izmeritelnte i reguliruiscie pribori.* Tom șestoi. Gostoptehizdat, 1959.

[8] Kublanovski L. V. *Avtomatizația i telemehanizația dobîci nefti.* Gostoptehizdat, 1958.

[9] * * * *Automatic oiler assambly,* Model OAB. Catalog CM—19/760. Rotron Controls Corparation (Anglia).

[10] Dragotescu, N., Vasilache, N. ș.a. *Pierderi de țiței și produse ușoare între sonde și rafinărie.* I.P.S.-Ploiești, 1962.

[11] Dragotescu, N., Rosen, V. *Tendințe moderne în proiectarea parcurilor de separatoare de gaze-țiței în șantiere.* În : Petrol și Gaze, nr. 5, 1962.

[12] Scrimes, W. R. *Controlul automat la extracția țițeiului.* Comunicare apărută în traducere. În : Extrase din lucrările celui de-al V-lea Congres Internațional al Petrolului, New York, 1959. I.D.T., Buc., 1962.

[13] Mc. Ghee Ed. *How to Get Cheap Daily Tests.* În : Oil and Gas journal, 8.IV.1957.

[14] Evghenide, C. și Enache D. *Elaborarea de scheme tehnologice simplificate și perfecționate în vederea rațională a automatizării colectării și transferului țițeiului și gazelor.* ICFE, T 35-a/1962.

[15] Cleland, N. A. *Centralized automatic production control and data gathering in the Virginia Hills Field.* În : Journal of Petroleum Tehnology, Ianuary, 1962.

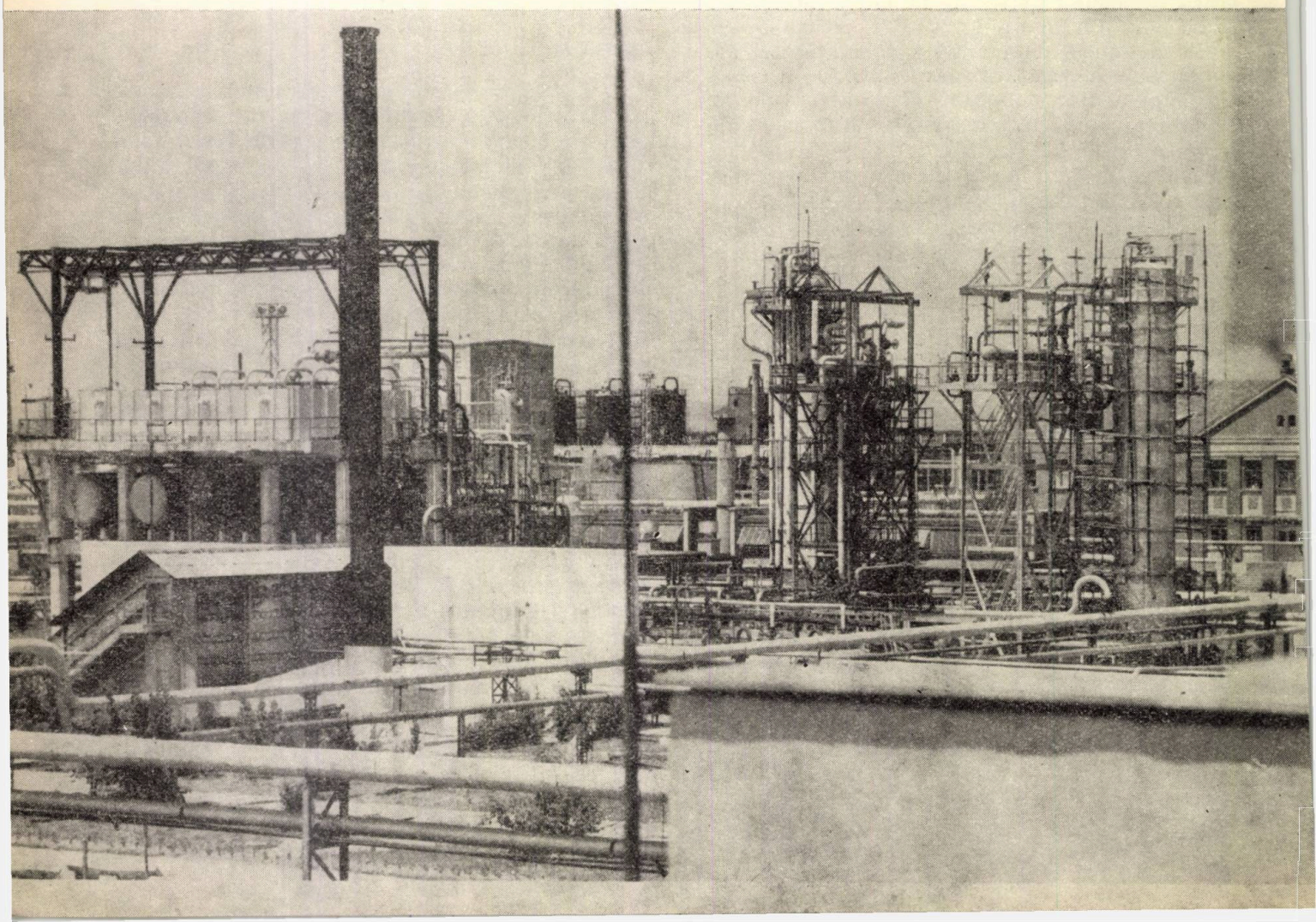
[16] Iacob, I., Socol, S., Evghenide, C. și Ionășcuț, A. *Aparatură automată de măsurare volumetrică a debitelor de țiței pentru parcuri de colectare realizată în R.P.R.* În : Petrol și Gaze, nr. 8, 1962.

[17] Evghenide, C. ș.a. *Lărgirea domeniului de utilizare a separatoarelor măsurătoare de tip* I.S. *în instalații automate de colectare.* ICFE, T. 31-a/1963.

[18] Rosen, V. *Echipamentul de separație și organizarea parcurilor.* Referat prezentat la consfătuirea ASIT pe țară cu tema : „Separația optimă gaze-țiței și reducerea pierderilor de depozitare și transport", Ploiești, 4/5.IV.1958.

[19] Geer, R. L. și Meyers, D. C. *Automatic lease production system.* În : Petr. Eng. V.1956.

Rafinăria Teleajen



Ing. A. PAVEL
Aspirant la Institutul de petrol „Gubkin" din Moscova

Considerații asupra schimbului de căldură între particule solide și un mediu gazos în strat fluidizat

Leforditva 3756V 6/64

Procesul de schimb de căldură între particule solide și un mediu gazos în strat fluidizat se poate studia fie pe o schemă cu fluidizare discontinuă (fig. 1, *a*), fie pe o schemă cu fluidizare continuă (fig. 1, *b*).

Schema cu fluidizare continuă presupune o circulație continuă de material solid, cantitatea de material care intră în strat la temperatura t_{p1} fiind egală cu cantitatea de material care iese din strat la temperatura t_{p2}. În recipientul de fluidizare, materialul mărunt formează un strat fluidizat cu un nivel determinat pentru un debit constant și uniform de material solid, înălțimea lui depinzînd numai de viteza agentului de fluidizare, respectiv de viteza curentului de gaz.

În cazul unei scheme cu fluidizare discontinuă, materialul mărunt, care alcătuiește stratul fluidizat, rămîne în recipientul de fluidizare în timpul întregului proces, și pentru schimbarea lui sînt necesare întreruperea procesului și demontarea parțială a instalației.

În practica industrială se poate aplica oricare dintre aceste două scheme (fig. 1), însă prima (fig. 1, *b*) se întîlnește mult mai des, întrucît asigură o continuitate în proces și, în consecință, posibilitatea automatizării și mecanizării procesului. Cu toate acestea, pentru studiul experimental al procesului de schimb de căldură în strat fluidizat, pînă în momentul de față s-a folosit exclusiv schema cu fluidizare discontinuă (fig. 1, *a*), și aceasta, după unii autori [1], din următoarele motive : în cazul schemei cu fluidizare discontinuă temperatura materialului solid se poate considera, cu suficientă precizie, constantă în întregul volum al stratului, ceea ce este foarte important în cazul determinării coeficientului de schimb de căldură; organizarea experimentării este mai precisă în cazul schemei cu fluidizare discontinuă. Ceea ce a diferit însă de la un cercetător la altul, așa cum se va vedea mai jos, a fost modul de a organiza experimentarea (și în special regimul de lucru), modul de efectuare a măsurătorilor, prelucrarea datelor experimentale obținute etc.

În cele ce urmează se va face o trecere în revistă a rezultatelor principalelor cercetări efectuate în ultima vreme în scopul determinării coeficientului de schimb de căldură α.

CERCETĂRILE EFECTUATE DE I. M. FEDOROV

I. M. Fedorov, primul care a publicat în U.R.S.S. lucrări privind schimbul de căldură în strat fluidizat, s-a ocupat cu studiul schimbului de căldură în procesul de uscare în strat fluidizat a următoarelor mate-

riale : cărbune de Moscova, mangal, bucăţi de carton, boabe de grîu şi porumb. Dimensiunile particulelor au variat de la 0,4 la 10 mm, iar

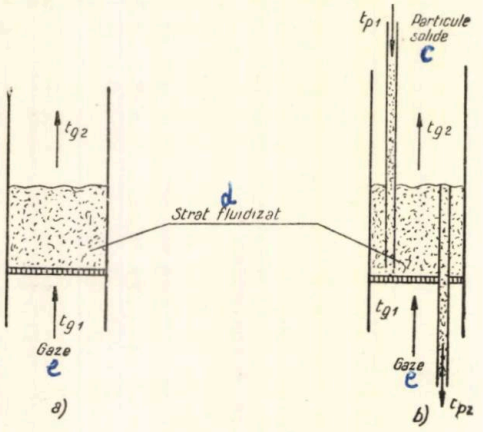


Fig. 1. Schema de realizare a fluidizării :
a – schema cu fluidizare discontinuă (periodică) ;
b – schema cu fluidizare continuă.

înălţimea stratului — de la 6 la 15 mm. Uscarea s-a făcut într-un curent de aer încălzit la temperatura de 40—50°C şi pentru viteze gravimetrice, care au asigurat o intensă agitaţie a stratului, variind de la 0,9 la 4,0 kgf/m²s.

Fluidizarea s-a efectuat într-un tub cilindric de oţel cu diametrul interior de 100 mm şi înălţimea de 300 mm, obturat la ambele capete cu site de sîrmă pentru reţinerea materialului eventual antrenat.

Temperatura aerului, dat de o suflantă, era măsurată la intrarea şi ieşirea din strat cu ajutorul termometrelor cu mercur. Măsurătorile se efectuau în perioada vitezei constante de uscare, în cursul căreia temperatura materialului umed nu se schimba şi era egală cu temperatura saturării adiabatice a aerului, care se măsura cu un termometru umed.

Coeficientul de schimb de căldură α s-a calculat după viteza de uscare, în perioada sa de constanţă, cu ajutorul următoarei formule :

$$\alpha = \frac{w \cdot r}{F\,(t_c - t_M)_m \cdot Z}, \qquad (1)$$

unde :

w este cantitatea de umiditate evaporată în timpul experienţei ;
r — căldura de vaporizare ;
z — durata uscării ;
$(t_c - t_M)_m$ — diferenţa de temperatură psihrometrică, medie logaritmică a temperaturii aerului la intrarea şi ieşirea din strat ;
F — suprafaţa totală de schimb de căldură calculată cu formula :

$$F = \frac{G}{g}\,\pi\, d^2, \qquad (2)$$

unde :

G este greutatea totală a stratului ;
g — greutatea medie a unei particule ;
d — diametrul echivalent al particulei.

Prelucrarea datelor experimentale obţinute s-a făcut pe baza teoriei similitudinii, în scopul stabilirii dependenţei coeficientului de schimb de căldură α de factorii care-l influenţează, grupaţi pe criterii de similitudine (adimensionale). În urma acestei prelucrări au fost obţinute următoarele ecuaţii criteriale (vezi anexa) :

$$\mathrm{Nu} = 0{,}0151 \cdot \mathrm{Ki}^{0{,}74} \cdot \mathrm{Re}^{0{,}65} \left(\frac{h}{d}\right)^{-0{,}34} \qquad (3)$$

pentru $30 \leqslant \mathrm{Re} \leqslant 100$

$$\mathrm{Nu} = 0{,}0283 \cdot \mathrm{Ki}^{0{,}604} \cdot \mathrm{Re}^{0{,}65} \left(\frac{h}{d}\right)^{-0{,}34} \qquad (4)$$

pentru $100 \leqslant \mathrm{Re} \leqslant 200$

Comparînd rezultatele sale cu rezultatele altor cercetători, Fedorov a constatat că ele se deosebesc mult, şi acest lucru nu i-a îngăduit să generalizeze concluziile sale şi nici să recomande formulele sale drept formule definitive pentru calculul coeficientului de schimb de căldură α în strat fluidizat. Fedorov explică neconcordanţa dintre rezultatele sale şi cele ale altor cercetători prin modul diferit de realizare a experimentării. În realitate, neconcordanţa se datoreşte faptului că între procesul studiat de către Fedorov şi procesele studiate de alţi cercetători nu există o analogie perfectă, deci din punctul de vedere al teoriei similitudinii nu se poate face comparaţie.

CERCETĂRILE EFECTUATE DE K. KETTENRING

Ca şi Fedorov, Kettenring a studiat schimbul de căldură în strat fluidizat tot în cazul unui proces de uscare, şi anume uscarea în strat fluidizat a unor particule umezite de silicagel şi alumină care, în cazul unei puternice saturări, au capacitatea de a nu-şi pierde proprietăţile de „a curge". Dimensiunile particulelor au variat de la 0,4 la 1,0 mm, iar vitezele de fluidizare — de la 0,46 la 0,95 kgf/m² s.

Recipientul de fluidizare era un tub de sticlă cu pereţi dubli, cu diametrul interior de 54 mm şi înălţimea de 540 mm. Pentru reducerea pierderilor de căldură în atmosferă, spaţiul dintre pereţii dubli era vidat, iar suprafeţele interioare ale pereţilor — argintate.

Experienţele privind cercetarea schimbului de căldură s-au făcut în regim staţionar. Cantitatea de căldură transmisă stratului de către gazul încălzit s-a calculat după viteza de vaporizare a umidităţii din particulele aflate în stare de puternică agitaţie.

Ca temperatură a gazului era considerată temperatura indicată de termocuplele imersate

pe înălțime, la diferite niveluri în stratul fluidizat. Temperatura particulelor — aceeași în întregul volum — s-a admis ca fiind egală cu temperatura gazului din partea superioară a stratului.

Pentru determinarea coeficientului de schimb de căldură Kettenring folosește următoarea formulă :

$$\alpha = \frac{q}{A' \int_0^x (t_g - t_p) \cdot dx} \qquad (5)$$

unde :

q este căldura cedată de gaz stratului fluidizat în unitatea de timp, calculată după cantitatea de umezeală evaporată ;

A' — suprafața totală a particulelor raportată la unitatea de înălțime a stratului ;

x — înălțimea stratului ;

t_g , t_p — temperatura gazului, respectiv a particulelor.

În urma prelucrării datelor experimentale, Kettenring propune următoarea ecuație criterială :

$$\mathrm{Nu} = 0{,}0135\ \mathrm{Re}^{1{,}3}, \qquad (6)$$

care nu cuprinde toate variabilele ce influențează asupra schimbului de căldură în strat fluidizat și, așa cum însuși Kettenring notează, ea nu este suficient de completă pentru a putea reflecta condițiile reale ale transmisiei de căldură în regimul considerat. În afară de aceasta, modul cum Kettenring determină temperatura gazului și a particulelor solide în strat fluidizat este incorect și ridică o serie de îndoieli și incertitudini [1, 6]. Datorită nepreciziei metodei de determinare a temperaturii particulelor, valorile obținute de Kettenring pentru α s-au dovedit a fi prea mari. În lucrarea [1], în urma comparării cu datele altor cercetători, rezultatele experiențelor lui Kettenring au fost corectate în mod corespunzător.

CERCETĂRILE EFECTUATE DE I. WALTON

Cercetările efectuate de I. Walton au fost îndreptate asupra schimbului de căldură în strat fluidizat pentru un material uscat — cărbune mărunțit prin concasare, dimensiunile particulelor variind de la 0,8 la 3,0 mm. Recipientul de fluidizare de construcție obișnuită a avut diametrul interior de 100 mm și înălțimea de 850 mm. În toate experiențele, înălțimea stratului a fost constantă, menținându-se în jur de 35 mm. Regimul de lucru adoptat a fost cel staționar.

Temperatura stratului a fost menținută în mod artificial sub temperatura de intrare a gazului în strat, prin răcirea recipientului de fluidizare cu ajutorul unei cămăși de apă. Temperatura particulelor solide s-a admis că este aceeași în întregul volum al stratului, ca limită inferioară a sa considerîndu-se indicațiile unui termocuplu imersat în strat, iar ca limită superioară — valoarea temperaturii gazului la ieșirea din strat.

Pentru determinarea coeficientului de schimb de căldură s-a folosit ecuația bilanțului termic pentru porțiunea considerată a stratului :

$$c_p . S . G . \mathrm{d}t_g + \alpha . A (t_g - t_p) \cdot \mathrm{d}h = 0 \qquad (7\,a)$$

unde :

c_p este căldura specifică a gazului ;

S — secțiunea recipientului de fluidizare ;

G — viteza gravimetrică maximă a curentului ;

t_g, t_p — temperatura gazului și, respectiv, a particulelor solide ;

$\mathrm{d}h$ — înălțimea porțiunii considerate din strat ;

A — suprafața particulelor solide pe unitatea de înălțime de strat.

În urma separării variabilelor și integrării ecuației diferențiale, rezultă :

$$\ln (t_g - t_p) = -\frac{A \cdot \alpha}{c_p \cdot SG} \cdot h + \ln (t_g - t_p)_0 \qquad (7\,b)$$

unde :

$t_g - t_p$ este căderea de temperatură la distanța h de la începutul stratului ;

$(t_g - t_p)_0$ — căderea de temperatură la începutul stratului, adică pentru $h = 0$.

Ecuația (7 b) este ecuația unei drepte în coordonate $\ln (t_g - t_p)$ și h. Coeficientul α se determină după unghiul de înclinare a acestei drepte, trasate prin punctele obținute experimental. Tangenta unghiului de înclinare este dată de expresia :

$$\mathrm{tg}\,\beta = -\frac{A \cdot \alpha}{c_p \cdot S \cdot G}, \qquad (8)$$

unde toate mărimile, în afară de α, sînt constante pentru un regim de fluidizare dat.

Prelucrînd rezultatele cercetărilor sale experimentale, Walton a obținut următoarea ecuație criterială :

$$\mathrm{Nu} = 0{,}28\ \mathrm{Re}^{1{,}7} \left(\frac{h}{D}\right)^{-0{,}7}. \qquad (9)$$

După cum chiar Walton recunoaște, prelucrarea datelor experimentale nu a dat o suprapunere satisfăcătoare a punctelor experimentale cu curba trasată pe baza ecuației criteriale (9) — aceasta pentru că forma adoptată pentru ecuația criterială nu este cea mai potrivită.

Apoi, în metoda de determinare a coeficientului de schimb de căldură, adoptată de Walton,

există o serie întreagă de presupuneri nesigure, care influențează asupra preciziei rezultatelor.

Însuși Walton precizează că dependența construită după punctele experimentale, în coordonate ln $(t_g - t_p)$ și h, nu este riguros o dreaptă. Liniarizarea acestei dependențe, în scopul determinării tangentei medii a unghiului de înclinare, poate de asemenea constitui o sursă de erori. Probabil că tocmai aceasta este cauza care face, chiar în intervalul unei singure experiențe, ca valorile coeficientului de schimb de căldură la diferite înălțimi ale stratului să difere unele de altele de două—trei ori.

La stabilirea ecuației bilanțului termic (7a) Walton a neglijat pierderile de căldură în mediul înconjurător care, după calculele sale, erau mai mici de 5%. Totuși, folosirea răcirii pereților recipientului de experimentare, în scopul menținerii unor condiții staționare în cursul unei experiențe, face să se presupună că mărimea pierderilor în mediul exterior poate fi considerabil mai mare decît a presupus Walton, ceea ce aduce o esențială schimbare în ecuația de bază a bilanțului termic (7a).

Eronată este și ipoteza admisă de Walton, conform căreia temperatura particulelor în stratul fluidizat este egală cu temperatura gazului la intrarea în strat. Valorile obținute pentru α în această ipoteză sînt superioare celor adevărate.

CERCETĂRILE EFECTUATE DE W. WAMSLEY

Cercetările lui Wamsley asupra schimbului de căldură în strat fluidizat au fost făcute cu un material uscat — fracțiuni mici de sfere din sticlă și alumină —, pentru numere Reynolds cu mult mai mici decît în cazul lucrărilor prezentate mai înainte (Re 1,77—18).

Dimensiunile particulelor au variat de la 0,1 la 1,0 mm, iar fluidizarea a fost realizată într-un recipient cu diametrul interior în jur de 60 mm. Ca agent de fluidizare s-au folosit aerul și bioxidul de carbon, viteza gravimetrică variind de la 0,135 la 0,81 kgf/m^{2}s.

Determinarea coeficientului de schimb de căldură s-a făcut pentru încălzirea stratului în regim nestaționar, adică temperatura agentului de fluidizare și a particulelor solide se schimbă în timp și nu cu înălțimea, așa cum se întîmplă în regim staționar.

Pentru determinarea coeficientului α, Wamsley se folosește de ecuațiile bilanțului termic, admițînd următoarele ipoteze:

— temperatura particulelor t_p, la un moment dat, este aceeași în întregul volum, datorită unei bune agitații și amestecări în strat;

— din același motiv, gazul care trece prin strat la un moment dat are în întregul volum aceeași temperatură, egală cu temperatura gazului la ieșirea din strat, $t_{ieșire}$. Temperatura gazului la intrarea în strat $t_{intrare}$ se menține tot timpul constantă.

În aceste ipoteze, ecuațiile bilanțului termic pentru stratul fluidizat sînt:

$$G^{sec}_{gaz} \cdot c_{gaz} (t_{intrare} - t_{ieșire}) = \alpha \cdot A (t_{ieșire} - t_p) \quad (10a)$$

$$G^{sec}_{gaz} \cdot c_{gaz} (t_{intrare} - t_{ieșire}) \cdot d\tau = c_m \cdot G_m \cdot dt_p \quad (10b)$$

unde:

G^{sec}_{gaz}, c_{gaz} este debitul gravimetric și căldura specifică a gazului;

G_m, c_m — greutatea totală a materialului solid din strat și căldura sa specifică;

A — suprafața totală a particulelor din volumul stratului.

După diferențierea ecuației (10 a) și introducerea valorii obținute pentru dt_p în ecuația (10 b), se obține expresia care, prin integrare, dă ecuația unei drepte în coordonate semilogaritmice:

$$\lg \frac{t_{intrare} - t_{ieșire}}{(t_{intrare} - t_{ieșire})_0} = \beta\tau \quad (11)$$

$$\beta = \alpha \frac{A G^{sec}_{gaz} \cdot c_{gaz}}{G_m \cdot c_m \cdot (\alpha \cdot A + c_{gaz} \cdot G^{sec}_{gaz})} \quad (12)$$

în care: $(t_{intrare} - t_{ieșire})_0$ reprezintă diferența de temperatură a aerului în momentul inițial ($\tau = 0$); β — tangenta unghiului de înclinare a dreptei experimentale construite în coordonate lg $(t_{intrare} - t_{ieșire})_0$ și τ și coeficientul α urmează să se calculeze după valoarea acestei tangente.

În urma prelucrării datelor experimentale, Wamsley a ajuns la concluzia că coeficientul de schimb de căldură α depinde de dimensiunea particulelor și înălțimea stratului, însă variația vitezei agentului de fluidizare nu are o influență deosebită asupra sa.

O astfel de concluzie este cu totul greșită, ea fiind opusă atît ipotezelor de bază ale teoriei schimbului de căldură prin convecție, cît și rezultatelor altor cercetători.

Prelucrarea datelor experimentale, așa cum o face Wamsley, nu cuprinde toți factorii care influențează asupra schimbului de căldură în strat fluidizat. Din această cauză ea nici nu a putut duce la obținerea unei ecuații criteriale.

CERCETĂRILE EFECTUATE DE N. A. SAHOVA

N. A. Sahova s-a ocupat de cercetarea schimbului de căldură în strat fluidizat în cazul unui material uscat, pentru numere Reynolds variind de la 1,38 la 9,51. Ca material solid a fost folosit nisipul cuarțos (de genul nisipului de Văleni), cu dimensiunea particulelor variind de la 0,25 la 0,5 mm.

Recipientul de fluidizare a fost un tub cu diametrul interior de 78 mm și înălțimea de 900 mm. În scopul asigurării unei cît mai bune izolări termice, între pereții dubli ai tubului s-a creat vid, iar suprafețele inte-

rioare ale spațiului dintre pereți au fost argintate. Grila pe care se forma stratul a fost instalată aproximativ la jumătatea tubului, astfel că influența condițiilor exterioare asupra desfășurării procesului a fost mult redusă.

Coeficientul de schimb de căldură s-a determinat în cazul răcirii stratului în regim nestaționar. În acest scop s-a admis că temperatura particulelor în strat este aceeași în întregul volum și depinde numai de timp. Temperatura aerului la intrarea în strat s-a menținut constantă, iar la ieșire reprezenta o mărime variabilă în funcție de suprafața de schimb de căldură și de timp.

În aceste ipoteze și considerînd că legea de variație a căderii de temperatură între particule și gaz este o lege medie logaritmică, N. A. Sahova a folosit ecuația bilanțului termic al stratului pentru stabilirea următoarei ecuații de calcul:

$$\lg = \frac{T_0 - t_0}{T_0 - t_1} = \frac{F \cdot \alpha}{G_1 c_1} \cdot \frac{A - 1}{A \cdot \lg A} \tau \qquad (13)$$

$$A = \frac{F \cdot \alpha}{G_2 c_2}, \qquad (13a)$$

în care:

t_0, t_1 este temperatura inițială și, respectiv, finală a particulelor în strat;

T_0 — temperatura gazului la intrarea în strat;

G_1, c_1 — greutatea totală a particulelor din strat și, respectiv, căldura lor specifică;

G_2, c_2 — debitul gravimetric orar de gaz și, respectiv, căldura specifică a gazului;

F — suprafața totală a particulelor în strat.

După cum se vede din structura ecuației (13) coeficientul de schimb de căldură α urmează să se determine din următoarea expresie:

$$\frac{F \cdot \alpha}{G_1 c_1} \cdot \frac{A - 1}{A \cdot \lg A}, \qquad (14)$$

care este tangenta unghiului de înclinare a curbei trasate în coordonatele semilogaritmice $\lg \frac{T_0 - t_0}{T_0 - t_1}$ și τ. Pentru construirea curbei în coordonatele indicate trebuie să fie cunoscută temperatura particulelor t_1, care nu poate fi măsurată direct în stratul fluidizat, acesta constituind un dezavantaj al metodei propuse de Sahova pentru calculul coeficientului α.

În urma prelucrării datelor experimentale, N. A. Sahova a obținut următoarea ecuație criterială:

$$Nu = 0{,}353 \cdot 10^{-2} \cdot Re^{1.55} \cdot W^{-1}. \qquad (15)$$

Criteriul de similitudine W introdus în ecuația criterială (15) reprezintă indicele de fluidizare, exprimat prin raportul dintre viteza curentului de gaz la un moment dat și viteza curentului de gaz în momentul începerii fluidizării.

Propunerea de a introduce acest criteriu în locul criteriului Ki (vezi anexa), folosit în mod obișnuit pentru caracterizarea regimului de fluidizare, se bazează pe aceea că viteza de început a fluidizării, cuprinsă în W, reflectă mai complet condițiile de mișcare a particulelor în strat decît viteza de antrenare a particulelor cuprinsă în Ki și care se deduce din condițiile stării de echilibru al unei particule într-un curent de gaze [1]. Propunerea este valoroasă în măsura în care viteza de fluidizare poate fi determinată precis (în domeniul laminar). Pentru variația numărului Re într-un interval mai larg (regim laminar, regim de trecere și regim turbulent), formulele empirice și metodele experimentale de determinare a vitezei gazului la începutul fluidizării au diferite grade de precizie și în acest caz este mai bine ca regimul fluidizării să fie caracterizat de criteriul Ki [1].

CERCETĂRILE EFECTUATE DE M. S. ȘARLOVSKAIA

M. Ș. Șarlovskaia s-a ocupat de cercetarea schimbului de căldură în strat fluidizat în cazul unui material uscat, pentru un domeniu de variație al numărului Re destul de extins (de la 30 la 2200). Ca materiale solide au fost folosite: nisip cuarțos cu diametrul particulelor de 0,832 mm, bile din porțelan ordinar cu diametrul de la 2,1 la 6,87 mm, bile din porțelan poros cu diametru de 8,9 mm și sfărîmături de marmură cu diametrul particulelor de la 1,434 la 3,01 mm, acestea din urmă fiind folosite numai pentru stabilirea felului cum dimensiunile particulelor influențează asupra schimbului de căldură în strat fluidizat. Ca agent de fluidizare s-a folosit aerul cald și rece.

Determinarea coeficientului de schimb de căldură între o particulă și agentul de fluidizare s-a făcut în cazul răcirii stratului fluidizat în regim cvasistaționar, pentru realizarea căruia condiția necesară este menținerea unei viteze constante de variație a temperaturii mediului înconjurător al particulei, menținere care poate fi artificial realizată într-un interval oarecare de timp.

Avantajul principal al folosirii metodei regimului cvasistaționar este posibilitatea determinării temperaturii particulei solide prin calcul, fără a fi necesară măsurarea directă. Determinarea temperaturii particulelor solide prin calcul făcut pe baza datelor experimentale mărește precizia determinării lui α în comparație cu alte metode cunoscute, mai ales că se ține seamă și de rezistența termică interioară a particulelor (care este importantă în cazul particulelor de dimensiuni mari).

Recipientul de fluidizare a fost un tub din azbociment cu diametrul interior de 100 mm

și înălțimea de 800 mm, prevăzut cu fante longitudinale, armate cu sticlă securizată, pentru observații. Măsurătorile de temperatură s-au făcut cu termocuple cromel-alumel cu un bulb avînd diametrul de 0,2 mm.

Coeficientul de schimb de căldură în strat fluidizat între particule, considerate de formă sferică, și agentul de răcire, în regim cvasistaționar, s-a calculat cu formula:

$$\alpha = \frac{b.R.c.\gamma}{3\left(\bar{t}_p - t_m - \frac{b.R^2}{15.a}\right)} \qquad (16)$$

în care:

b — este viteza de răcire a mediului;

R — raza exterioară a bilei (dimensiune determinantă);

a — difuzivitatea termică a materialului particulei;

γ, c — greutatea specifică și, respectiv, căldura specifică a materialului particulelor;

$t_m = t_0 - b.\tau$ — temperatura medie a stratului la un moment dat;

τ — durata perioadei de răcire;

t_0 — temperatura inițială a particulei, aceeași în întregul volum al stratului (în momentul inițial τ_0);

$\bar{t}_p$ — temperatura medie integrală pentru întregul volum al particulei avînd forma sferică.

Pentru determinarea coeficientului α (formula 16) trebuie cunoscute constantele termice, greutatea specifică și dimensiunile particulelor solide, ritmul de răcire a stratului, temperatura medie a stratului și temperatura materialului solid din stratul fluidizat în orice moment. Acestea din urmă se obțin din graficul de temperatură al procesului de răcire în regim cvasistaționar (fig. 2).

Întrucît în condițiile acestui regim temperatura medie a materialului variază după o aceeași lege liniară ca și temperatura medie a stratului, temperatura $\bar{t}_p$, în orice moment, poate fi determinată astfel:

$$\bar{t}_{p1} = t_0 - \frac{G^{sec}_{gaz} \cdot c_{gaz}}{G_m \cdot c_m} \int_0^{\tau_1} (t_{inf.} - t_{sup.}) \cdot d\tau + \frac{q_{perete}}{G_m \cdot c_m} \qquad (17)$$

$$\bar{t}_{p2} = \bar{t}_{p1} - b(\tau_1 - \tau_2)$$

$$\bar{t}_{p3} = \bar{t}_{p2} - b(\tau_2 - \tau_3)$$

$$\vdots$$

$$\bar{t}_{pi} = \bar{t}_{pi-1} - b(\tau_{i-1} - \tau_i) \text{ pentru } i=2,3,4,... \qquad (18)$$

unde:

τ — este timpul;

$\bar{t}_{pi}$ — temperatura medie a particulei la momentul τ_i;

q_{perete} — cantitatea de căldură pierdută de pereții recipientului de fluidizare în timpul τ_1;

t_{inf}, t_{sup} — se obțin din graficul de temperatură al procesului de răcire în regim cvasistaționar (fig. 2).

Celelalte mărimi au fost explicate mai înainte.

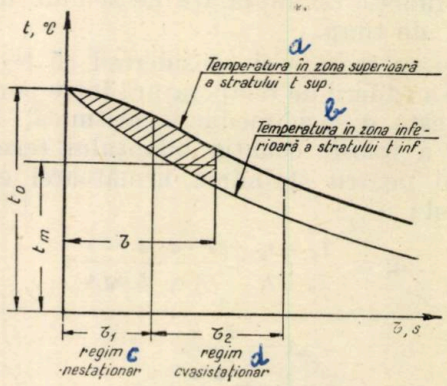


Fig. 2. Variația temperaturii în cazul răcirii stratului fluidizat în regim cvasistaționar.

Formulele (16), (17) și (18) sînt valabile numai pentru particulele de formă sferică. Pentru particulele de alte forme decît cea sferică, M. S. Șarlovskaia nu indică corecțiile de formă. Datele experimentale obținute au fost prelucrate de M. S. Șarlovskaia sub forma următoarei ecuații criteriale:

$$Nu = 0{,}015\ Re^{0.806} \cdot Ki^{0.58} \left(\frac{h}{d}\right)^{-0.45} \qquad (19)$$

Criteriul $\frac{h}{d}$ (vezi anexa) introdus a fost folosit și de Fedorov (formulele 3 și 4), care de asemenea a obținut o dependență negativă între Nu și h/d, însă la el exponentul este de circa două ori mai mic. Deosebirea se datorește faptului că Fedorov a făcut experiențe pentru valori mici h/d, și în acest caz influența acestui raport asupra lui α se reduce.

CONCLUZII

În urma prezentării principalelor rezultate obținute în ultima vreme în direcția determinării coeficientului de schimb de căldură între particule solide și un mediu gazos în strat fluidizat, se desprind unele concluzii.

1. Cu toate că din punct de vedere industrial prezintă un interes mai redus, totuși pentru studiul experimental al procesului de schimb de căldură în strat fluidizat a fost folosită schema cu fluidizare discontinuă (fig. 1, *a*). Este foarte interesant și, în același timp, util

pentru producție, ca studiul experimental al procesului de schimb de căldură în strat fluidizat să se orienteze în special asupra schemei cu fluidizare continuă (fig. 1, b). În acest caz, schimbul de căldură prezintă unele particularități și unii factori care influențează asupra lui — ca, de exemplu, debitul de material solid, timpul mediu de menținere a unei particule solide în strat etc. — nu au constituit, pînă în momentul de față, obiectul unor cercetări sistematice.

2. Deși toți cercetătorii s-au oprit asupra schemei cu fluidizare discontinuă (fig. 1, *a*), datorită modului cum a fost organizată și realizată experimentarea, datorită regimului de lucru adoptat și modului cum s-a efectuat prelucrarea datelor experimentale, rezultatele obținute, atît în ceea ce privește determinarea coeficientului α, cît și ecuațiile criteriale ale procesului, sînt neconcordante și uneori bizare. Încă nu s-a ajuns la o părere unitară în ceea ce privește calculul coeficientului α și, mai ales, al căderii de temperatură în strat. Aceasta și din cauză că, întrucît temperatura particulelor solide nu poate fi măsurată în mod direct în strat, pentru determinarea ei s-au admis ipoteze aproape diferite de la cercetător la cercetător. Aceste ipoteze nu întotdeauna s-au dovedit verosimile în practica cercetărilor.

3. Dintre toate ecuațiile criteriale obținute în urma prelucrării datelor experimentale, se pare că cele mai complete și care s-au dovedit a fi în concordanță cu rezultatele practice sînt ecuațiile (15) și (19). Folosirea ecuației criteriale (15) este bine să fie limitată numai în domeniul numerelor Re corespunzătoare regimului laminar, pentru că în acest domeniu viteza de fluidizare poate fi determinată precis. Pentru variația numărului Re într-un interval mai larg (regim laminar, regim de trecere, regim turbulent), regimul de fluidizare este mai bine caracterizat de criteriul Ki și se recomandă folosirea ecuației criteriale (19).

4. După cum se știe [9], fluidizarea cu gaze este o fluidizare neomogenă, particulele solide formînd „pachete" de particule, iar o parte din gaze străbătînd stratul sub formă de bule. Neomogenitatea fluidizării cu gaze se explică prin existența unor forțe de frecare interparticule, forțe care sînt mari pentru viteze mici ale agentului de fluidizare și invers, sînt mici pentru viteze mari ale agentului de fluidizare. În domeniul fluidizării neomogene se disting două zone:

— o zonă în care amestecul gaze — particule individuale este slab, aceasta fiind zona în care predomină forțele dintre particule;

— o zonă în care amestecul gaze — particule individuale este mai bună și care se numește cvasiomogenă, datorită faptului că structura stratului fluidizat este mai omogenă.

În orice zonă, coeficienții de schimb de căldură au valori diferite: mai mici în prima zonă și mai mari în zona cvasiomogenă. În nici una din lucrările prezentate nu s-a ținut cont, la determinarea coeficientului α, de existența celor două zone. Numai în lucrarea [9], E. Ruckenstein și I. Teoreanu au acordat o atenție deosebită existenței celor două zone ale fluidizării neomogene și, pe cale teoretică, au stabilit următoarea expresie de calcul pentru coeficientul α:

$$\alpha_p' \approx \frac{c.G}{A} \cdot \frac{\xi}{1-\xi} \qquad (20)$$

în care:

c este căldura specifică a agentului de fluidizare;

G — debitul agentului de fluidizare;

A — suprafața particulelor solide;

ξ — fracțiunea din debitul agentului de fluidizare care străbate stratul direct prin pachetele de particule, fără a forma bule.

ANEXĂ

Criterii de similitudine

$\mathrm{Nu} = \frac{\alpha . d}{\lambda}$ este numărul lui Nusselt, definit în cazul transmiterii de căldură;

$\mathrm{Re} = \frac{d.G}{\mu}$ — numărul lui Reynolds;

$\mathrm{Ki} = \sqrt[3]{\frac{4}{3} \cdot d^3 \cdot \frac{g}{\nu^2} \cdot \frac{\gamma_p - \gamma_g}{\gamma_p}} = \sqrt[3]{\frac{4}{3}} \cdot \mathrm{Ar}$ — numărul lui Kirpicev;

Ar — numărul lui Arhimede;

$W = \frac{w_f}{w_{cr}}$ — indicele de fluidizare;

$\frac{d}{D}, \frac{h}{d}$ — indicatori de similitudine;

α — coeficientul de schimb de căldură, kcal/m².h °C;

d — diametrul mediu al unei particule, m;

λ — conductivitatea termică a fluidului, kcal/m.h°C;

G — viteza gravimetrică a agentului de fluidizare în secțiunea liberă a recipientului de fluidizare, kgf/m²h;

μ — viscozitatea agentului de fluidizare, kgf/m.h;

g — accelerația gravitației, m/s²;

ν — viscozitatea cinematică a agentului de fluidizare, m²/s;

γ_p — greutatea specifică a particulelor, kgf/m²;

γ_g — greutatea specifică a agentului de fluidizare, kgf/m²;

w_f — viteza de lucru a agentului de fluidizare în secțiunea liberă a recipientului de fluidizare (viteza de filtrație), m/s;

w_{cr} — viteza agentului de fluidizare la începutul fluidizării, m/s;

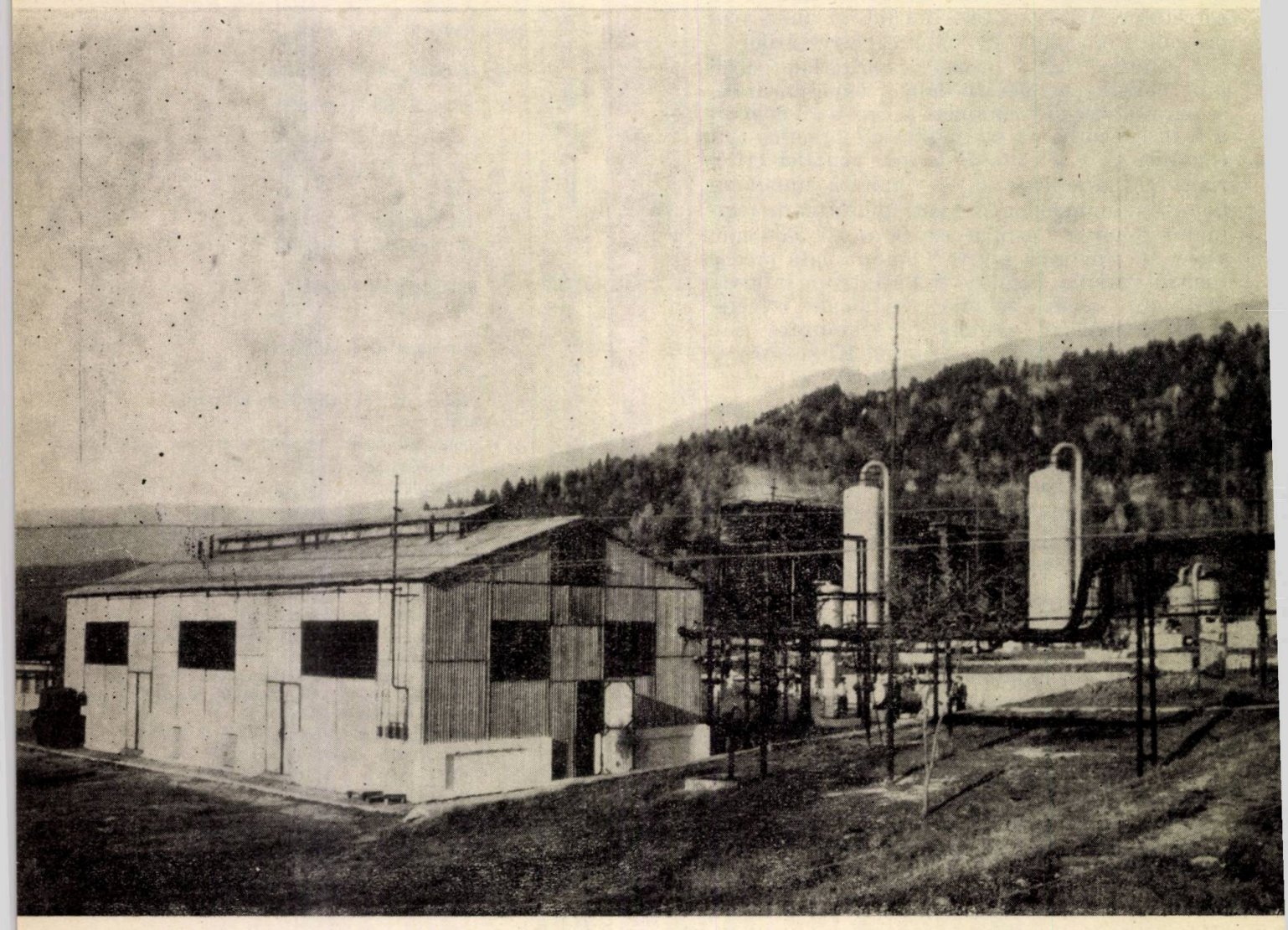
D — diametrul interior al recipientului, m;

h — înălțimea stratului, m.

BIBLIOGRAFIE

[1] Şarlovskaia, M. S. *Kandidatskaia dissertaţia*, AN SSSR Sibirskoie otdelenie, 1958.
[2] Sahova, N. A. *Kandidatskaia dissertaţia*, MIHM, Moscova, 1954.
[3] Fedorov, I. M. *Doktorskaia dissertaţia*, MIHM, Moscova, 1950.
[4] Fedorov, I. M. *Teoria i rasciot professov suşki*. GEI, Moskva, 1955.
[5] * * *. *Vsesoiuznaia naucino — tehniceskaia Konferenţia po gheteroghenim professam s tviordoi fazoi v psevdoojijennom sloe*. Tezisî dokladov. Gostehnika SSSR, 1957.
[6] Wamsley, W., Johanson, L. Chem. Eng. Progr., vol. **50** nr. 7, 1954.
[7] Walton, I., Olson, R., Levenspiel, O. Ind. and. Eng. Chem., vol. **44** nr. 6, 1952.
[8] Kettenring, K., and oth — Chem. Eng. Progr. vol. **46**, nr. 3, 1950.
[9] Ruckenstein, E. şi Teoreanu, I. Rev. de chimie vol. **11**, nr. 3, Bucureşti, 1960.
[10] Ruckenstein, E. şi Teoreanu, I. Rev. de chimie vol. **11**, nr. 5, Bucureşti, 1960.

Instalaţie pentru dezbenzinarea gazelor la una din unităţile trustului Moineşti.



H. PASCAL

Asupra problemei curgerii amestecului compresibil gaze—țiței prin duze

Problema curgerii amestecului gaze-țiței prin țevile de extracție și conductele de amestec a făcut obiectul mai multor studii teoretice și experimentale [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8] [9]. În lucrările menționate s-a examinat cazul curgerii amestecului gaze-țiței, considerat compresibil, numai în ipoteza evoluției izotermice. În numeroase situații întîlnite frecvent în exploatarea zăcămintelor de hidrocarburi fluide, viteza amestecului poate fi atît de mare încît evoluția sa termodinamică să fie adiabatică. O asemenea problemă apare mai ales la curgerea amestecului gaze-țiței prin duzele de suprafață sau de fund, în cazul sondelor exploatate prin erupție naturală și artificială. În cazul sondelor care exploatează zăcăminte de gaze, unde impuritățile lichide, apă sau condensat, pot atinge valori importante, avem de asemenea o curgere bifazică. Din acest motiv, cunoașterea particularităților de comportare a amestecului bifazic compresibil, în cazul curgerii prin duze, respectiv printr-o țeavă cu o discontinuitate de secțiune, prezintă o mare importanță practică. Astfel, se pot obține informații utile referitoare la căderea de presiune, la debitul amestecului, precum și la fiecare fază separat, la determinarea parametrilor termodinamici pentru condițiile critice de curgere și, în sfîrșit, la alegerea dimensiunilor geometrice ale duzelor, necesare asigurării regimului tehnologic de exploatare dorit.

În afară de cele menționate, investigarea geofizică a sondelor cu ajutorul metodelor bazate pe măsurarea vitezei de propagare a undelor elastice în rocile poroase saturate cu fluide, metoda carotajului sonic, precum și aprecierea posibilităților de utilizare a metodei seismice pentru prospectarea directă a zăcămintelor de hidrocarburi fluide, necesită de asemenea cunoașterea valorii compresibilității amestecului gaze-țiței. Pe de altă parte, cunoscînd compresibilitatea amestecului în funcție de variația presiunii, apare posibilitatea stabilirii vitezei de propagare a undelor de presiune și, în consecință, pot fi explicate mai ușor unele situații anormale apărute în cursul exploatării sondelor.

1. Să presupunem că amestecul este omogen în același sens cu cel definit în lucrările anterioare. Deoarece încercările de a descrie mișcarea fiecărei faze separat duc în general la dificultăți matematice mari, se adoptă ideea de a considera comportarea amestecului gaze-țiței, atît din punct de vedere hidrodinamic cît și termodinamic, ca un tot unitar [10]. În felul acesta, ca punct de plecare pentru descrierea matematică a curgerii

fluidului bifazic, omogen, se pot utiliza ecuațiile gazodinamicii valabile în cazul fluidului monofazic compresibil, scrise pentru amestec, introducînd relațiile de echivalență, care urmează să fie stabilite. Același procedeu va fi utilizat și pentru determinarea stării termodinamice. Metoda adoptată implică, în prealabil, deducerea ecuației de stare termodinamică pentru amestec în ipoteza evoluției adiabatice.

În ceea ce privește ecuația de stare a amestecului, utilizată în prezent, trebuie menționat că aceasta este dedusă numai pe baza legii conservării masei, și în consecință nu putem ține seamă de efectul interacțiunii termodinamice dintre componenții amestecului. Pentru a considera acest efect, care joacă un rol esențial în descrierea cantitativă a curgerii, este necesar ca pe lîngă ecuația conservării masei să utilizăm și ecuația conservării energiei. În lucrarea [10] problema interacțiunii dintre fazele amestecului a fost studiată în detaliu pentru cazul general, cînd evoluția termodinamică a amestecului compresibil este politropică și de aceea nu va mai fi tratată în cele ce urmează.

În conformitate cu rezultatele obținute, ecuația de stare are forma generală [10]:

$$\frac{1}{\rho} = \exp -\frac{1}{\lambda}\int g(p)\,\mathrm{d}p\left[K + \right.$$

$$\left. + \frac{1}{\lambda}\int h(p)\exp\frac{1}{\lambda}\int g(p)\,\mathrm{d}p)\,\mathrm{d}p\right] \qquad (1)$$

unde funcțiile $g(p)$, $h(p)$ și $1/\lambda$ au următoarele expresii:

$$g(p) = \frac{1}{p} + \alpha\varepsilon\frac{p_0 - p}{\mu(1+\mu)} \qquad (2)$$

$$h(p) = \frac{1}{(1+\mu)\rho_e}\left[\frac{1}{p} + \varkappa\frac{\rho_{l0}}{\rho_l} + \right.$$

$$\left. + \frac{\alpha\varepsilon}{\mu}(p_0 - p)^{\alpha-1}\right];\quad \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{\bar{Z}(n-1)+1}.$$

Semnificațiile fizice ale notațiilor utilizate mai sus sînt:

- $\bar{Z}$ — factorul de abatere de la legea Boyle-Mariotte, exprimat la temperatura și presiunea medie;
- μ — raportul dintre masa gazului și a lichidului conținut într-un volum oarecare;
- ρ_l — masa specifică a fazei lichide, avînd o compresibilitate redusă;
- ε — coeficientul de solubilitate;
- $\varkappa$ — coeficientul de compresibilitate al fazei lichide;
- n — coeficientul politropic al gazului din amestec.

În ceea ce privește variația rației masice de gaze μ în funcție de presiune, s-a admis că aceasta se efectuează după ecuația [10]:

$$\mu = \mu_0 + \varepsilon(p_0 - p)^{\alpha}, \qquad (3)$$

iar pentru masa specifică a fazei lichide s-a presupus o variație liniară de formă:

$$\rho_l = \rho_{l0}[1 + \varkappa(p_0 - p)], \qquad (4)$$

unde μ_0 și ρ_{l0} reprezintă valorile rației masice și ale masei specifice la presiunea de referință p_0, iar coeficienții ε și α se determină pe baza rezultatelor măsurătorilor în condiții de laborator sau in situ. Primul termen al ecuației (3) reprezintă rația masică de gaze libere, iar al doilea termen corespunde gazelor dizolvate.

Ținînd seamă că variațiile de presiune întîlnite de obicei în practică permit să se presupună validitatea legii lui Henry, atunci, într-o primă aproximație, se poate considera pentru exponentul α o valoare egală cu unitatea. Tot din același motiv, se face abstracție de efectul compresibilității fazei lichide și, prin urmare, masa specifică ρ_l va fi admisă constantă și independentă de variația presiunii.

În cele ce urmează, pentru înlăturarea dificultăților matematice, inerente rezolvării efective a integralei (1), apare necesar să se introducă valoarea medie ponderată după presiune a rației masice de gaze μ, definită de relația:

$$\bar{\mu}(p_1 - p_2) = \int_{p_1}^{p_2}\mu(p)\,\mathrm{d}p, \qquad (5)$$

a cărei valoare se obține după integrarea expresiei (5) în ipoteza $\alpha = 1$ din relația:

$$\bar{\mu} = \mu_0 + \varepsilon\left(p_0 - \frac{p_1 + p_2}{2}\right), \qquad (6)$$

unde p_2 și p_1 reprezintă valoarea presiunii din amontele duzei, respectiv din avalul acesteia.

Pe baza schemei fizice admise mai sus, funcțiile $g(p)$, $h(p)$ și $1/\lambda$ devin:

$$g(p) = \frac{1}{p};\quad h(p) = \frac{1}{(1+\bar{\mu})\rho_l p};$$

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{\bar{\mu}c_v + c_l}{\bar{\mu}c_v + \bar{\mu}\bar{Z}R + c_l}, \qquad (7)$$

iar integrarea ecuației (1) duce, după unele transformări relativ simple, la următoarea ecuație de stare pentru amestec [11]:

$$p\left[\frac{1}{\rho} - \frac{1}{(1+\bar{\mu})\rho_l}\right]^{\lambda} = \text{constant} \qquad (8)$$

c_p și c_v fiind căldurile specifice ale fazei gazoase la presiune constantă, respectiv la volum constant;
c_l — căldura specifică a țițeiului;
$R = c_p - c_v$ — constanta universală a gazelor.

Dacă introducem valoarea masei specifice ρ_0 la presiunea de referință p_0, atunci ecuația (8) mai poate fi scrisă sub următoarea formă :

$$\frac{1}{\rho} = A + Bp^{-\lambda}, \qquad (9)$$

unde coeficienții A și B au expresiile :

$$A = \frac{1}{(1+\bar{\mu})\rho_l} \text{ și } B = \left(\frac{1}{\rho_0} - \frac{1}{(1+\bar{\mu})\rho_l}\right) p_0^{1/\lambda}. \qquad (10)$$

Pe de altă parte, dacă se ține seamă și de relațiile care exprimă conservarea masei și starea termodinamică a fazei gazoase, se obține [10] :

$$\frac{1}{\rho_g} = \frac{1}{\bar{\mu}}\left(\frac{1+\bar{\mu}}{\rho} - \frac{1}{\rho_l}\right); \quad \frac{p}{\rho_g} = \bar{Z}RT \qquad (11)$$

și, în consecință, ecuația (8) devine :

$$p\left[\frac{\bar{\mu}}{(1+\bar{\mu})\,\rho_g}\right]^{\lambda} = \text{constant}$$

sau :

$$\left(\frac{p}{p_0}\right)^{\frac{\lambda-1}{\lambda}} = \frac{T_0}{T}\cdot\frac{Z}{Z_0}. \qquad (12)$$

În felul acesta, ecuația de stare termodinamică este identică, în cazul evoluției adiabatice, cu ecuația lui Poisson, care descrie evoluția adiabatică a fazei gazoase în absența țițeiului, dacă se introduc următoarele relații de echivalență pentru masa specifică și pentru exponentul adiabatic :

$$\frac{1}{\rho_{echiv}} = \frac{1}{\rho} - \frac{1}{(1+\bar{\mu})\rho_l} \text{ și } \lambda = \frac{\bar{\mu}\,c_p + c_l}{\bar{\mu}\,c_v + c_l}. \qquad (13)$$

Este ușor de observat acum în cele două situații-limită, cînd $\bar{\mu} \to \infty$, lipsa țițeiului ; ecuația (12) devine identică cu ecuația lui Poisson, întrucît avem $\lambda = \frac{c_p}{c_v}$. De asemenea, pentru $\bar{\mu} \to 0$ rezultă $\rho = \rho_l$, $\lambda = 1$, și, prin urmare, comportarea amestecului este identică cu evoluția izotermică a unui gaz. Acest lucru este normal, dacă se ține seamă că masa și căldura specifică a țițeiului sînt relativ mari, în comparație cu valorile acestor parametri corespunzători fazei gazoase, și de aceea gazul se află în echilibru termic cu țițeiul în timpul evoluției sale termodinamice, fără să sufere variații de temperatură. Prin urmare, exponentul λ poate să varieze în cazul evoluției adiabatice a amestecului gaze-țiței între limitele $1 < \lambda < \frac{c_p}{c_v}$.

2. Rezultatele obținute mai sus permit să se studieze comportarea termodinamică a fazei gazoase din amestec independent de prezența țițeiului, considerînd și efectul interacțiunii termodinamice dintre cele două faze, utilizînd următoarele rații de echivalență :

$$\frac{1}{\rho_{g\ echiv}} = \frac{\bar{\mu}}{(1+\bar{\mu})\rho_g}; \quad \frac{1}{\rho_{l\ echiv}} =$$

$$= \frac{1}{(1+\bar{\mu})\rho_l} \text{ și } \lambda = \frac{\bar{\mu}\,c_p + c_l}{\bar{\mu}\,c_v + c_l}, \qquad (14)$$

care rezultă din ecuația (12).

Deoarece ecuația (12) este identică cu ecuația lui Poisson, iar, pe de altă parte, căderea de presiune din sistem, datorită frecării, este neglijabilă comparativ cu cea datorită variației energiei cinetice, rezultă că ecuțiile gazodinamicii pot fi aplicate pentru faza gazoasă din amestec introducînd ecuațiile de echivalență (14).

Astfel, stabilirea vitezei amestecului gaze-țiței din avalul duzei, pentru o anumită diferență de presiune, se obține din combinarea ecuațiilor de mișcare și de stare (9)* :

$$u^2 = \frac{2\lambda}{\lambda-1}\,\frac{\bar{\mu}}{1+\bar{\mu}}\,\frac{p_1}{\rho_{g1}}\left[1 - \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{\lambda-1}{\lambda}}\right] + \frac{2}{\rho_l}\,\frac{(p_1-p_2)}{(1+\bar{\mu})}, \qquad (15)$$

unde s-a presupus că valoarea vitezei din amontele duzei este în general neglijabilă față de cea din aval, și de aceea practic se poate considera că evoluția amestecului are loc în starea de repaus.

Este interesant să remarcăm acum, cînd ne referim la valori mari ale rației fazei gazoase, că ultimul termen din ecuația (15) poate fi neglijat, comparativ cu primul. În consecință, primul termen reprezintă, dacă se introduc relațiile de echivalență (14), viteza echivalentă a fazei gazoase din amestec.

Într-adevăr, viteza gazului într-o duză, în absența fazei lichide, se exprimă, în conformitate cu ecuațiile gazodinamice, sub forma :

$$v_g^2 = 2g\,\frac{\beta}{\beta-1}\,\frac{p_1}{\gamma_{g1}}\left[1 - \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{\beta-1}{\beta}}\right], \qquad (16)$$

iar pentru faza lichidă din ecuația lui Bernoulli se obține :

$$v_l^2 = \frac{2(p_1-p_2)}{\rho_l}, \qquad (17)$$

β fiind exponentul adiabatic al gazului.

Pe de altă parte, dacă se ține seamă de relațiile :

$$u = K\,\frac{\gamma_g}{\gamma_a}\,v_g + (1-K)\,\frac{\gamma_l}{\gamma_a}\,v_l$$

$$\gamma_a = \gamma_g + (1-K)\,(\gamma_l - \gamma_g),$$

* S-a presupus că vitezele celor două faze sînt egale și, prin urmare, nu există o mișcare relativă între acestea, respectiv s-a făcut abstracție de pierderile de presiune datorită alunecării, comparativ cu cele datorită variației energiei cinetice.

unde $K = \frac{\sigma_g}{\sigma}$ reprezintă raportul dintre secțiunea efectivă ocupată de gaz și secțiunea duzei, atunci, admițînd $v_l = v_g$, respectiv absența mișcării relative, rezultă din ecuațiile de mai sus $u = v_g$.

Introducînd în ecuațiile (16) și (17) relațiile de echivalență (14), deoarece faza gazoasă curge în prezența țițeiului, respectiv considerînd efectul interacțiunii termodinamice dintre fazele amestecului, este ușor să se observe că ecuația (15) poate fi obținută direct, însumînd ecuațiile (16) și (17), după ce în prealabil s-au introdus relațiile de echivalență.

Dificultatea care apare în cazul stabilirii valorii debitului celor două faze separat este condiționată de necesitatea cunoașterii secțiunilor efective de curgere a celor două faze sau de repartizarea acestora pe secțiunea duzei. În acest scop, trebuie să se utilizeze, la fel ca și în cazul curgerii fluidelor eterogene printr-un mediu poros, vitezele reduse în locul celor efective, care reprezintă raportul dintre debitul fazei și secțiunea duzei.

Cu ajutorul ecuațiilor stabilite în lucrarea [3], referitoare la dependența vitezei reduse în funcție de cea efectivă, problema pusă în acest mod devine complet rezolvabilă.

3. Dacă se notează cu $\bar{\rho}$ raportul dintre debitul volumetric de gaze și suma debitelor volumetrice de țiței și gaze, atunci între vitezele reduse și cele efective există următoarele relații [3]:

$$v_g = \frac{q_g}{\bar{\rho}\sigma} = \frac{\omega}{\bar{\rho}} \text{ și } v_l = \frac{q_l}{(1-\bar{\rho})\sigma} = \frac{W}{1-\bar{\rho}}, \quad (18)$$

iar pentru viteza relativă:

$$v_r = \omega\left(\frac{q_g}{q_l}\frac{1}{\bar{\rho}} - \frac{1}{1-\bar{\rho}}\right) = v_g - v_l, \quad (19)$$

unde ω și W sînt vitezele reduse și v_r — viteza relativă sau de alunecare.

Notînd cu α raportul $\frac{q_g}{q_l}$ se obține relația dintre rația volumetrică reală de gaze $\bar{\rho}$, care apare în urma efectului alunecării, și viteza relativă:

$$\frac{\bar{\rho}\, v_r}{W} + \frac{\bar{\rho}}{1-\bar{\rho}} = \alpha = \text{constant}, \quad (20)$$

$$\bar{\rho} = \frac{q_g}{q_g + \left(1 + \frac{v_r}{v_l}\right) q_l}. \quad (21)$$

Dacă se face abstracție de alunecare, rația volumetrică devine:

$$\bar{\rho} = \frac{q_g}{q_g + q_l}. \quad (22)$$

În figurile 1 și 2 s-a redat variația lui $\bar{\rho}$ calculată după ecuațiile (20) și (21).

Pe de altă parte, dacă se ține seamă și de relațiile care exprimă rația masică de gaze în funcție de cea volumetrică:

$$\bar{\rho} = \frac{\bar{\mu}\,\rho_l}{\rho_g + \bar{\mu}\,\rho_l} = \frac{\delta}{1+\delta} \text{ unde } \delta = \bar{\mu}\frac{\rho_l}{\rho_g};\ \frac{\delta_0}{\delta} = \left(\frac{p}{p_0}\right)^{1/\lambda} \quad (23)$$

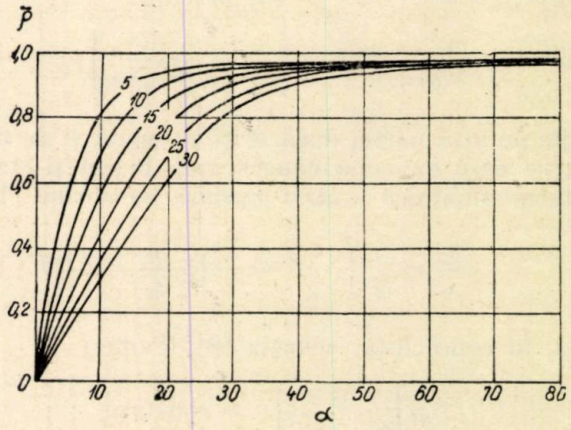


Fig. 1

se obține, în ipoteza neglijării alunecării, pentru viteza redusă, la o presiune oarecare, următoarea ecuație:

$$\omega = \bar{\rho}\, v_g = v_g \frac{\delta}{1+\delta} = v_g\, \delta_0 \frac{\left(\frac{p_0}{p}\right)^{1/\lambda}}{1 + \delta_0\left(\frac{p_0}{p}\right)^{1/\lambda}} \quad (24)$$

p_0 fiind presiunea de referință.

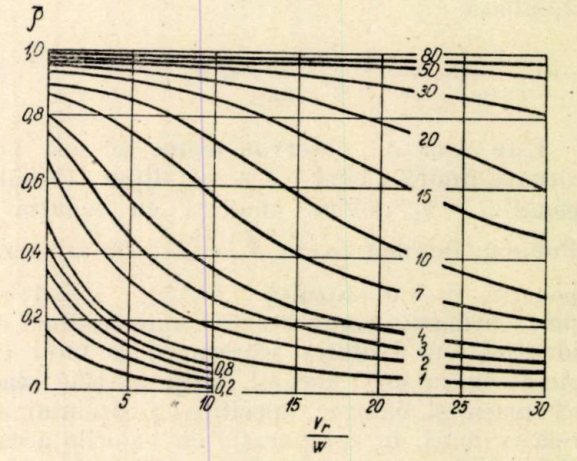


Fig. 2

Trebuie să se menționeze, în special, că, datorită alunecării, stabilirea rației volumetrice de gaze depinde de foarte mulți factori, mai ales de structura amestecului. Din acest motiv, soluționarea teoretică a problemei în această situație este legată de mari dificultăți matematice, în urma distribuției întîmplătoare a fazelor pe secțiunea tubului.

După cum au arătat experimentele, care au permis vizualizarea curgerii amestecului apă-

aer prin țevile verticale, curgerea prezintă următoarele structuri [13]: spumă, dopuri, emulsie, inelară și ceață.

În cazul sondelor de gaze care produc cu impurități lichide, apă sau condensat, este normal să se presupună o structură de tipul ceață, întrucît faza lichidă se află dispersată în masa gazului, care constituie faza continuă, date fiind rațiile volumetrice gaze-lichid foarte mari. Cînd rațiile gaze-țiței sînt relativ mici, acesta fiind cazul frecvent întîlnit la sondele de țiței aflate în faza eruptivă, structura predominantă va fi spuma, gazele aflîndu-se dispersate în masa țițeiului. În general, curgerea amestecului prezintă un pronunțat caracter de instabilitate, deoarece condițiile de curgere variază in timp într-o gamă foarte largă, ducînd la apariția simultană, sau alternativă, a primelor două structuri.

Astfel, în cazul curgerii cu o structură de tip spumă s-a obținut pentru valoarea lui $\bar{\rho}$, la presiunea medie, pe baza experimentelor efectuate în condiții de laborator, următoarea relație empirică [3]:

$$\bar{\rho} = \frac{q_g}{q_g + q_l + 0{,}15\, d^2 \sqrt[3]{\frac{\sigma_l}{\sigma_a}}}, \qquad (25)$$

iar pentru un amestec cu o structură de tipul dopuri [3]:

$$\bar{\rho} = \frac{d\sqrt{q_g}}{d\sqrt{q_g} + 0{,}75\, q_l + 0{,}475\, d^{1{,}5} \sqrt[3]{\frac{\sigma_l}{\sigma_a}}} \qquad (26)$$

unde notațiile utilizate au următoarele semnificații fizice:

d este diametrul tubului;

σ_l și σ_a — tensiunea superficială a sistemului lichid-aer, respectiv apă-aer, exprimată în dyne/cm².

Valoarea critică a debitului volumetric de gaze, care asigură realizarea efectivă a trecerii de la regimul spumă la cel de dopuri, se obține din relația empirică [3]:

$$q_{critic} = 0{,}18\, d^{2{,}5} + 1{,}25\, q_l \qquad (27)$$

unde domeniul de aplicabilitate a ecuației (25) rezultă pentru valorile $q_g < q_{critic}$, iar cel al ecuației (26) pentru $q_g > q_{critic}$.

În ceea ce privește desfășurarea experimentelor, precum și condițiile realizate în acest scop, acestea sînt redate pe larg în lucrarea [13] și de aceea nu vor mai fi analizate în cadrul prezentei lucrări.

4. Față de cele arătate mai sus, debitul volumetric al fazei gazoase din amestec va fi în cazul rațiilor mari de gaze:

$$q_g = \varphi \bar{\rho} \sigma \left[\frac{2\lambda g}{\lambda - 1} \frac{\bar{\mu}}{1 + \bar{\mu}} \frac{p}{\gamma_{g1}} \left[1 - \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{\lambda - 1}{\lambda}} \right] \right]^{1/2}, \qquad (28)$$

iar debitul fazei lichide din amestec în cazul rațiilor mici:

$$q_l = \varphi (1 - \bar{\rho})\, \sigma \left[\frac{2 (p_1 - p_2)}{\rho_l (1 + \bar{\mu})} \right]^{1/2}, \qquad (29)$$

φ fiind coeficientul de debit și σ secțiunea duzei.

Valoarea debitului gravimetric al fazei gazoase se stabilește prin ecuația cunoscută:

$$G = \varphi \bar{\rho} \sigma \left[2g \frac{\lambda}{\lambda - 1} \frac{\bar{\mu}}{1 + \bar{\mu}} \gamma_{g1} p_1 \left(\left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{1}{\lambda}} - \left(\frac{p_2}{p_1} \right) \right)^{\frac{\lambda + 1}{\lambda}} \right]^{1/2}. \qquad (30)$$

Ecuațiile (28) și (29) au fost obținute admițînd că rația volumetrică $\bar{\rho}$ se exprimă la presiunea medie. În consecință, raportul dintre viteza redusă și cea efectivă este constant și independent de variația presiunii. Introducerea acestei presupuneri a fost absolut necesară, întrucît integrarea ecuației de mișcare, unde viteza efectivă este exprimată în funcție de viteza redusă prin intermediul ecuației (24), nu poate fi efectuată decît numai prin metode numerice sau grafice, ceea ce ar necesita, în general, un volum laborios de calcule numerice. Din acest motiv, rația volumetrică de gaze $\bar{\rho}$ trebuie considerată, într-o primă aproximație, constantă, introducînd în calcul o valoare medie ponderată după presiune.

Deoarece rația volumetrică reală apare în relațiile (28), (29) și (22), rezultă că rezolvarea sistemului de ecuații (28) și (29) permite obținerea valorilor debitului de lichid și gaze separat, dacă se admite într-o primă aproximație $q_g = \bar{q}_g$ și $q_l = \bar{q}_l$, unde $\bar{q}_g$ și $\bar{q}_l$ sînt valorile mediei ponderate ale debitelor de lichid și gaze din ecuațiile (25), (26) și (22).

Rezultatele stabilite mai sus permit să se stabilească valorile raportului presiunilor $\left(\frac{p_2}{p_1} \right)$, care asigură viteza critică de curgere în duză, respectiv debitul maxim al fazei gazoase din amestec în cazul curgerii ceață, respectiv pentru situația sondelor de gaze care produc cu impurități lichide, apă sau condensat.

Astfel, maximul funcției (30) va fi pentru următoarele valori:

$$\left(\frac{p_2}{p_1} \right)_{critic} = \left(\frac{2}{\lambda + 1} \right)^{\frac{\lambda}{\lambda - 1}}; \left(\frac{\rho_2}{\rho_1} \right)_{critic} = \left(\frac{2}{1 + \lambda} \right)^{\frac{1}{\lambda - 1}}, \qquad (31)$$

$$\left(\frac{T_2}{T_1} \right)_{critic} = \frac{2}{1 + \lambda}; \; p_2 = p_{critic}, T_2 = T_{critic} \text{ și } \rho_2 = \rho_{critic}$$

iar valoarea debitului gravimetric maxim rezultă din ecuația:

$$G_{max} = \varphi \bar{\rho} \sigma \sqrt{2g \frac{\lambda}{\lambda - 1} \frac{\bar{\mu}}{1 + \mu} \gamma_{g1} p_1 \left[\left(\frac{2}{1 + \lambda} \right)^{\frac{1}{\lambda - 1}} - \left(\frac{2}{1 + \lambda} \right)^{\frac{\lambda + 1}{\lambda - 1}} \right]}. \qquad (32)$$

Introducînd relaţiile (31) în ecuaţia (28), se obţine pentru viteza critică, respectiv pentru viteza de propagare a undelor de presiune, care este o caracteristică fizică a mediului de propagare, următoarea ecuaţie :

$$(v^*)^2 = \frac{2g\lambda}{1+\lambda}\frac{\bar{\mu}}{1+\bar{\mu}}\frac{p_1}{\gamma_{g1}} = \frac{2g\lambda}{1+\lambda}\frac{\bar{\mu}}{1+\bar{\mu}}RT_1. \qquad (33)$$

În ceea ce priveşte viteza critică a amestecului, aceasta se determină uşor, pe baza ecuaţiei de stare (9), din următoarea relaţie ** :

$$(v^*_{amest})^2 = \frac{dp}{d\rho} = \frac{\lambda\bar{\mu}}{1+\bar{\mu}}\frac{p}{\rho_g}\left(1+\frac{1}{\delta}\right)^2, \qquad (34)$$

care în cazul evoluţiei izotermice devine, după cum s-a arătat în lucrarea [12] :

$$(v^*_{amest})^2 = \frac{1}{\rho\,[g(p) - \rho\,h(p)]}, \qquad (35)$$

expresiile funcţiilor $g(p)$, $h(p)$ şi ρ fiind redate, de asemenea, în lucrarea [12].

S-a menţionat că în unele aplicaţii practice, întîlnite în exploatarea zăcămintelor de hidrocarburi fluide, este necesar să cunoaştem valoarea modulului de elasticitate al amestecului gaze-ţiţei sau coeficientul de compresibilitate. După cum se ştie, între viteza de propagare a undei de presiune şi modulul de elasticitate există relaţia cunoscută :

$$(v^*_{amest})^2 = E/\rho, \qquad (36)$$

unde E are valoarea :

$$E = -V\frac{dp}{dV}.$$

Combinînd ecuaţia (36) cu (34) şi ţinînd seamă de relaţia dintre raţia volumetrică şi cea masică :

$$\frac{\rho}{\rho_l} = \frac{1+\bar{\mu}}{1+\delta}, \qquad (37)$$

obţinem pentru modulul de elasticitate :

$$E = \frac{\rho_l}{\rho_g}\lambda p\bar{\mu}\frac{1+\delta}{\delta^2}. \qquad (38)$$

Coeficientul de compresibilitate fiind inversul modulului de elasticitate, rezultă că valoarea acestuia poate fi calculată din (38).

În figurile 3 şi 4 sînt redate variaţiile modulului de elasticitate şi ale coeficientului de compresibilitate, drept exemplu, în funcţie de raţia masică, la diferite presiuni, pentru un amestec avînd :

$$c_p = 0{,}531\,\frac{\text{kcal}}{\text{kg grad}},\ c_v = 0{,}406\,\frac{\text{kcal}}{\text{kg grad}}\ \text{şi}\ c_l = 0{,}45\,\frac{\text{kcal}}{\text{kg grad}}.$$

Se poate remarca existenţa unei valori a raţiei μ care, pentru o presiune constantă, duce la un minimum al modulului de elasticitate.

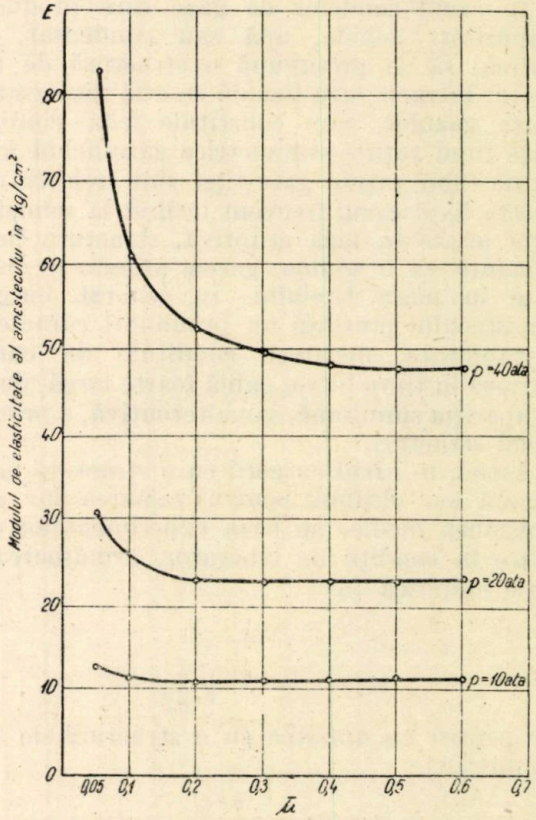


Fig. 3.

Examinînd relaţiile redate mai sus, referitoare la faza gazoasă din amestec, se poate remarca cu destulă uşurinţă că prezenţa ţiţeiului în masa gazului are ca efect modificarea valorii vitezei critice şi a debitului masic, comparativ cu cazul cînd curgerea gazelor se efectuează în absenţa lichidului.

Deoarece viteza critică are valoarea, cînd $\bar{\mu} \to \infty$:

$$v^2_{critic} = \frac{2g\beta}{\beta+1}RT_1 \qquad (39)$$

atunci efectul prezenţei ţiţeiului poate fi estimat din raportul :

$$\left(\frac{v^*_{critic}}{v_{critic}}\right)^2 = \frac{\beta+1}{\lambda+1}\frac{\lambda}{\beta}\frac{\bar{\mu}}{1+\bar{\mu}} \qquad (40)$$

pentru viteza critică, şi :

$$\left(\frac{G^*_{max}}{G_{max}}\right)^2 = \frac{(\beta-1)\,\lambda\bar{\mu}\left[\left(\frac{2}{\lambda+1}\right)^{\frac{1}{\lambda-1}} - \left(\frac{2}{\lambda+1}\right)^{\frac{\lambda-1}{\lambda+1}}\right]}{(\lambda-1)\,\beta\,(1+\mu)\left[\left(\frac{2}{\beta+1}\right)^{\frac{1}{\beta-1}} - \left(\frac{2}{\beta+1}\right)^{\frac{\beta-1}{\beta+1}}\right]} \qquad (41)$$

pentru debitul maxim.

* Mărimile afectate de asterisc se referă la cazul curgerii gazelor în prezenţa ţiţeiului.

** Din ecuaţia (34) rezultă pentru $\delta = 0$, $V^* = \infty$, adică valoarea vitezei într-un fluid incompresibil, care corespunde ipotezei admise.

Cu ajutorul ecuațiilor (40) și (41) apare posibilitatea estimării efectului prezenței impurităților lichide în curentul de gaze asupra

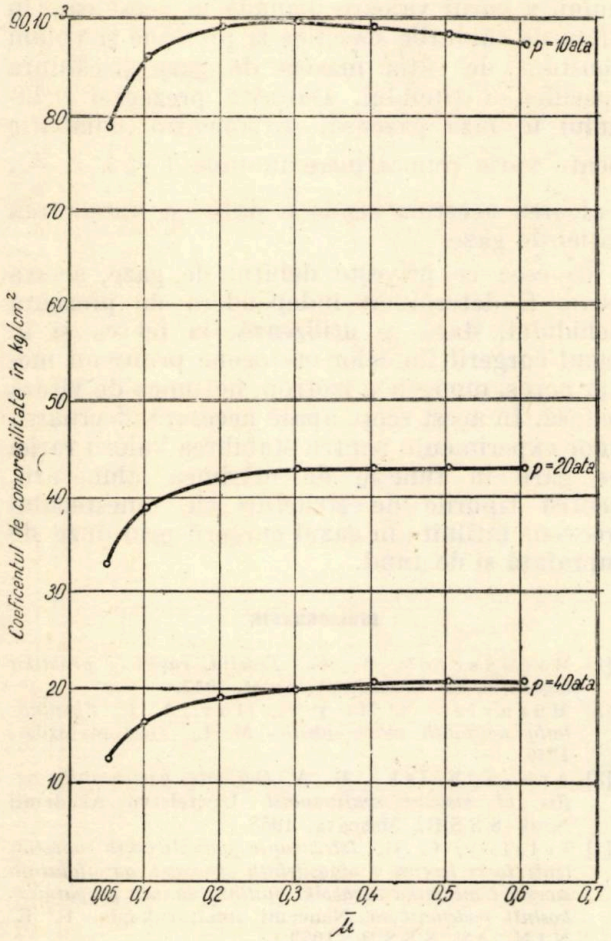


Fig. 4.

debitului maxim, în cazul curgerii printr-o ajutaj Laval, ținînd seamă de interacțiunea dintre faze.

În particular, cînd $\bar{\mu} \to \infty$ avem $\lambda = \beta$, și din relațiile (40) și (41) rezultă :

$$v^*_{\text{critic}} = v_{\text{critic}} \; ; \; G^*_{\max} = G_{\max}.$$

5. Trecem acum să examinăm problema determinării secțiunii ajutajului Laval, care asigură condițiile critice de curgere, astfel încît valoarea debitului să depindă, după cum rezultă din ecuația (32), numai de presiunea din amontele ajutajului.

Dacă se notează cu σ_K valoarea acestei secțiuni, atunci ținînd seamă de relațiile (32), precum și de expresia vitezei critice, care este egală cu cea a propagării sunetului pentru condițiile (ρ_{critic}, p_{critic}, T_{critic}), se poate scrie :

$$(v^*_{\text{critic}})^2 = \frac{\mathrm{d}p}{\mathrm{d}\rho} = g\lambda RT_{\text{critic}} \frac{\bar{\mu}}{1+\bar{\mu}}, \qquad (42)$$

iar debitul gravimetric maxim va fi :

$$G^*_{\max} = \bar{\rho}\,\sigma_K \rho_{\text{critic}} v^*_{\text{critic}} = \bar{\rho}\,\sigma_K \rho_{01} \left(\frac{2}{\lambda+1}\right)^{\frac{1}{\lambda-1}} \times$$

$$\times \sqrt{\lambda RT_{\text{critic}} \frac{\bar{\mu}}{1+\bar{\mu}}} \qquad (43)$$

sau, dacă se elimină temperatura critică în funcție de valoarea acesteia din amontele ajutajului și utilizăm relațiile (32), avem :

$$G_{\max} = \rho_{\text{critic}} \rho_{01} \sigma_{\text{critic}} \left(\frac{2}{1+\lambda}\right)^{\frac{1}{\lambda-1}} \sqrt{\lambda RT_1 \left(\frac{2}{\lambda+1}\right) \frac{\bar{\mu}}{1+\bar{\mu}}}. \qquad (44)$$

După cum se știe, în porțiunea divergentă a ajutajului Laval presiunea scade sub valoarea critică, în funcție de mărimea secțiunii în punctul respectiv, și de aceea menținerea presiunii la o valoare egală cu cea din exterior implică condiția ca secțiunea să aibă o valoare egală cu cea obținută din ecuația (30). În general, presiunea poate fi aleasă la o valoare corespunzătoare unei secțiuni oarecare din porțiunea divergentă a ajutajului, care este mai mică decît cea critică. În felul acesta, din ecuațiile (44) și (30) se poate calcula variația secțiunii ajutajului Laval, considerînd ca secțiune de referință pe cea critică. Astfel, din ecuațiile (44) și (30) se obțin, în cele din urmă, următoarele relații :

$$\left(\frac{\sigma}{\sigma_{\text{critic}}}\right)^2 = \frac{\lambda-1}{2} \frac{\left(\frac{2}{\lambda+1}\right)^{\frac{\lambda+1}{\lambda-1}}}{\left(\frac{p}{p_1}\right)^{2/\lambda}\left[1-\left(\frac{p}{p_1}\right)^{\frac{\lambda-1}{\lambda}}\right]}. \qquad (45)$$

Pe de altă parte, dacă scriem ecuația conservării energiei, respectiv primul principiu al termodinamicii, avem :

$$\frac{\bar{\mu}\, c_v + c_l}{1+\bar{\mu}} T + \frac{RT\bar{\mu}}{1+\bar{\mu}} + \frac{v^2}{2g} = \text{constant} \qquad (46)$$

de unde :

$$T_0 - T = \frac{v^2}{2gR} \frac{\lambda-1}{\lambda} \frac{1+\bar{\mu}}{\bar{\mu}}$$

sau, în funcție de cifra lui Mach, rezultă :

$$\frac{T_0 - T}{T} = M^2 \frac{\lambda-1}{\lambda}; \text{ unde } M = \frac{v}{v^*_{\text{critic}}} \qquad (47)$$

și, prin urmare, raportul presiunilor poate fi exprimat în funcție de cifra lui Mach sub forma cunoscută :

$$\frac{p}{p_1} = \left(1 + \frac{\lambda-1}{2} M^2\right)^{-\frac{\lambda}{1+\lambda}}, \qquad (48)$$

iar ecuația (45) devine în acest caz :

$$\left(\frac{\sigma}{\sigma_{\text{critic}}}\right)^2 = \frac{1}{M^2}\left[\frac{2}{1+\lambda}\left(1 + \frac{\lambda-1}{2} M^2\right)\right]^{\frac{\lambda+1}{\lambda-1}}. \qquad (49)$$

Examinînd ecuațiile (48) și (49) se observă că pentru valorile Mach egale cu unitatea avem :

$$\sigma = \sigma_{critic} \text{ și } p = p_{critic}.$$

În figurile 5 și 6 s-au redat variațiile valorilor $\frac{\sigma}{\sigma_{critic}}$ și $\left(\frac{G^*_{max}}{G_{max}}\right)^2$ pentru un amestec de țiței și gaze avînd aceleași proprietăți fizice ca și în cazul diagramelor 3 și 4. Cu ajutorul diagra-

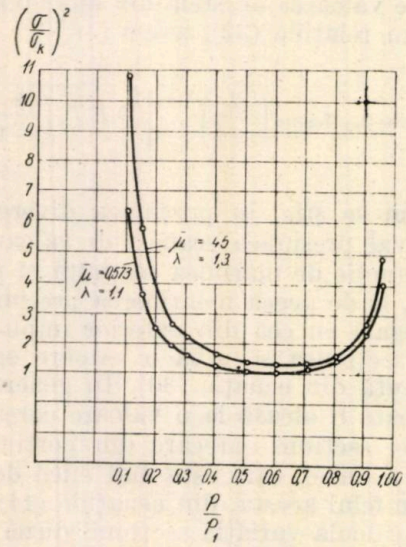


Fig. 5.

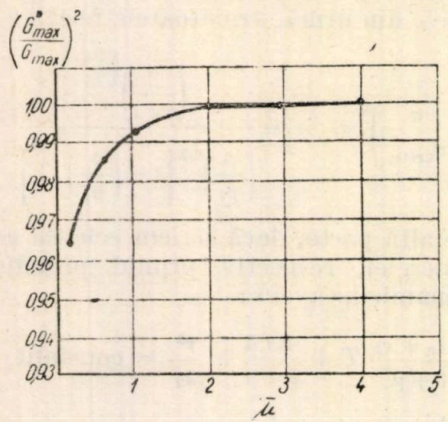


Fig. 6.

melor, calculate după relațiile redate mai sus, pot fi efectuate calcule asupra efectului prezenței fazei lichide în curentul de gaze, în cazul curgerii prin duze.

CONCLUZII

Comportarea hidrodinamică a fazei gazoase dintr-un amestec omogen de lichid și gaze, în cazul curgerii amestecului printr-o ducă, în ipoteza evoluției adiabatice, poate fi descrisă cantitativ cu ajutorul ecuațiilor cunoscute din gazodinamica fluidului compresibil omogen, dacă se introduc ecuațiile de echivalență pentru masa specifică și exponentul adiabatic.

Interacțiunea termodinamică dintre fazele amestecului, datorită prezenței lichidului în masa gazelor, are ca efect asupra comportării fazei gazoase modificarea exponentului adiabatic, comparativ cu situația absenței lichidului, a cărui valoare depinde în acest caz, în afară de căldurile specifice la presiune și volum constant, de rația masică de gaze și căldura specifică a țițeiului. Datorită prezenței lichidului în faza gazoasă, exponentul adiabatic poate varia numai între limitele $1 < \lambda < \frac{c_p}{c_v}$. Valoarea acestuia scade o dată cu micșorarea rației de gaze.

În ceea ce privește debitul de gaze, acesta poate fi determinat independent de prezența lichidului, dacă se utilizează, la fel ca și în cazul curgerii fluidelor eterogene printr-un mediu poros, omogen și izotrop, noțiunea de viteză redusă. În acest scop, apare necesară efectuarea unor experimente pentru stabilirea valorii rației de gaze în funcție de mărimea alunecării, pentru tipurile de structuri ale amestecului frecvent întîlnite în cazul curgerii prin duze de suprafață și de fund.

BIBLIOGRAFIE

[1] Bagdasarov, V. G. *Teoriia, raşcet i praktika ergazlifta*, M—L, Gostoptehizdat, 1947.

[2] Muraviev, I. M., și Krîlov, A. P. *Ekspluatația neftianîh mestorojdenie*. M—L, Gostoptehizdat, 1949.

[3] Arhanghelski, B. A. *Dvijenie gazirovanîh neftei vi sisteme svajinaplast*. Izdatelstvo Akademii Nauk S.S.S.R., Moscova, 1958.

[4] Teletov, C. G. *Isledovanie gidravliceskih soprotivlenii form tecenii i otnositelnîh skorostei gazojidkstnîh smesei i metodika abrabotki opitnîh dannîh po gazojidkostnîi podemnikom*. Naucenîi otcet, rukopis, F. E. NIN, AN. S.S.S.R., 1953.

[5] Poettman T. H. și Carpanter, P. G. *The multiphase flow of gas, oil and water thorugh vertical flow strings with application to the design of gas-lift installations*. În : Drilling and Production Practice, A.P.I., nr. 1, 1952.

[6] Lorenz, H. *Die Arbeitsweise und Berechnung des Druckwasserhebers*, z.d.V.D.I., 1909.

[7] Galegar, W. Stowwoll, W. și Houtington, R. *More data of two-phase vertical flow*. În : Petroleum Refiner, nr. 11, 1954.

[8] Armand, A. A. și Nevstrueva, E. I. *Isledovanie mehanisma dvuh faznoi smesi v vertikalnoi trube*. În : Izv. Vses Teplotech. (BTI), nr. 2, 1950.

[9] Kosterin, K. I. *Issledovanie vliandia diametra i rospolojeniia trub na ghidravliceskie soprotivlenie i strukturu teceniia gazojidkostnîh smesei*. În : Izv. A.N. S.S.S.R., OTN, nr. 12, 1949.

[10] Oroveanu, T. și Pascal, H. *Sur le mouvement d'un mélange compressible de liquid et de gaz à travers un milieu poreux*. Acad. R.P.R. În : Revue de mécanique Appliquée, **II**, nr. 1, 1957, p. 93.

[11] Tangren, R. F. și Dodge, G. H *Compresibility effects in twophase flow*. În : Journal of Applied Physics, iul. 1949.

[12] Oroveanu, T. și Pascal, H. *Viteza undelor plane într-un amestec compresibil de lichid și gaz*. Comunicările Acad. R.P.R., **VI**, nr. 3, 1956.

[13] Ioachim, Gr. *Extracția țițeiului și a gazelor*. Ed. tehnică, 1961.

Ing. I. SCHEIANU şi
ing. E. CRISTOLOVEANU

Obţinerea cerezinei cu punct de topire ridicat şi culoare deschisă

Cerezinele şi parafinele formează hidrocarburile solide din ţiţeiurile parafinoase. Clasificate în aceste două tipuri diferite, cerezinele şi parafinele au proprietăţi fizico-chimice şi structuri cristaline deosebite. Parafinele, formate din parafine normale şi un procent mic de izoparafine şi foarte mic de naftene, cuprind omologii de la $C_{20}H_{42}$—$C_{30}H_{62}$, au puncte de topire 45—60°C şi greutăţi moleculare 300—500.

Cerezinele formate în general din izoparafine şi un procent mic de parafine normale au număr mare de atomi de carbon $C_{35}H_{272}$—$C_{50}H_{102}$, cu puncte de topire cuprinse între 70 şi 95°C şi greutăţi moleculare 500—700. Cerezinele mai diferă de parafine şi prin greutate specifică şi indice de refracţie.

Din punctul de vedere al structurii cristaline, parafinele au o structură stratefiată şi lamelară, iar cerezinele o structură aciculară.

Cerezinele cu punct de topire mai mic sînt plastice, iar cele cu punct de topire ridicat sînt lucioase şi dure ca cele mai bune ceruri de Carnauba.

Materia primă pentru fabricarea cerezinei o constituie : *a*) ozocherita ; *b*) ceara de petrol ; *c*) petrolatul obţinut la prelucrarea uleiului rezidual.

Ozocherita formează restul fosil al hidrocarburilor solide din ţiţeiurile parafinoase rămase în zăcămînt prin migrarea părţilor gazoase şi lichide în altă rocă a zăcămîntului. Ea conţine izoparafine, parafine normale, răşini şi acizi graşi superiori. Zăcămintele de ozocherită sînt foarte rare.

Ceara de petrol constituie depunerile separate din ţiţeiurile parafinoase pe ţevile de extracţie, conducte şi fundurile de rezervoare. Conţine, pe lîngă izoparafine, parafine normale şi substanţe asfaltoase şi răşini.

Petrolatul este un produs rezultat la prelucrarea uleiului rezidual şi constituie o sursă de cerezină.

Uleiul rezidual se obţine prin prelucrarea reziduului rezultat la instalaţii de distilare atmosferică şi în vid. Acest reziduu, care mai conţine o cantitate de ulei cu vîscozitate mare, se supune dezasfaltării cu propan pentru îndepărtarea asfalturilor şi răşinilor. Uleiul rezidual obţinut este solventat cu furfurol pentru extragerea aromatelor şi deparafinat pentru separarea cerezinelor (petrolatul). Prin deparafinarea uleiului rezidual rezultă petrolatul în proporţie de circa 40%. Din petrolatul care mai conţine o cantitate de circa 15% ulei, se obţine prin dezuleiere cu solvent (50% metil-etil-cetonă, 35% benzen, 15% toluen) cerezină brută.

Dezuleierea constă în tratarea petrolatului cu solvent şi încălzirea la circa 70°C, după care amestecul se răceşte pentru recristalizarea cerezinelor şi se filtrează.

Pentru a se obţine cerezine brute cu puncte de topire peste 80°C, s-au variat cei doi parametri, temperatura de răcire şi compoziţia solventului. Dezuleierile s-au făcut într-o singură treaptă şi în două trepte, proporţia fiind de 8 : 1 solvent faţă de materia primă. În tabela 1 se redau rezultatele dezuleierilor într-o singură treaptă şi în două trepte, variind temperaturile de răcire.

Schimbînd compoziţia solventului se obţin cerezine cu aceleaşi puncte de topire, însă randamente mai mari (tabela 2).

Din tabelele 1 şi 2 reiese că prin dezuleierea în două trepte cu solvent a petrolatului cu temperatura de filtrare în treapta I de 15°C şi în treapta a II-a de 25°C (50% metil-etil-cetonă, 35% benzen şi 15% toluen) se obţin cerezine cu puncte de topire peste 80°C. Mărind procentul de metil-etil-cetonă în solvent, randamentul de cerezină creşte cu circa 50%, punctul de topire scăzînd cu circa 1°C.

Tabela 1

DEZULEIERI ÎNTR-O SINGURĂ TREAPTĂ

Temperatură de răcire, °C	Punct de topire, °C	Randament, %	Ulei, %
25	83	23	3,13
30	85	20	4,38
35	87	11	—
40	90	6	—
45	91	3	—

DEZULEIERI ÎN DOUĂ TREPTE, TR. I la 15°C

Tr. II			
25	83	20	1,7
30	85	15,7	1,8
35	86	11	—
40	89	7	—
45	90	2,8	—

Tabela 2

DEZULEIERI ÎN DOUĂ TREPTE CU AMESTEC DE SOLVENT DIFERIT

Compoziţia	Temp. tr. I, °C	Temp. tr. II, °C	Punct de topire, °C	Randament, %
50% MEC — 35% B. 15% T.	15	25	83	20
70% MEC — 20% B. 10% T.	15	25	82	32,7

RAFINAREA CEREZINEI DIN PETROLAT

Rafinarea cerezinei din petrolat de ulei rezidual s-a încercat prin mai multe variante.

1. Rafinarea cu acid sulfuric concentrat a cerezinei brute ca atare şi cu adaos de extract, semigudron, ceară de petrol şi diferite proporţii de cerezină din gaci de ulei greu.

2. Solventarea cerezinei cu furfurol.

3. Rafinarea cu acid sulfuric a cerezinei preparate din uleiul rezidual nesolventat cu furfurol.

Cerezina brută supusă rafinării cu acid sulfuric s-a obţinut prin dezuleierea în două trepte la temperaturile de + 10 şi + 15°C a petrolatului de ulei rezidual, proporţia de solvent (50% metil-etil-cetonă, 35% benzen, 15% toluen) fiind de 8 : 1 solvent faţă de petrolat.

Cerezina tratată cu acid sulfuric formează gudroane fine, care nu pot fi decantate. Pentru decantarea gudroanelor s-au adăugat diferite cantităţi de extract (rezultat la solventare cu furfurol şi care conţine aromate şi răşini), semigudron (ce conţine asfalturi şi răşini), ceară de petrol şi diferite proporţii de cerezină obţinută prin dezuleierea gaciului de ulei greu. S-au variat concentraţia şi proporţia acidului, de asemenea timpul şi decantarea gudroanelor şi temperatura.

După îndepărtarea gudroanelor, cerezina acidă s-a neutralizat cu carbonat de sodiu şi s-a decolorat cu pămînt decolorant. În tabela 3 se redă o parte din încercările efectuate. Se observă că o cantitate de 10—15% extract favorizează rafinarea cerezinei, însă măreşte conţinutul în ulei la 4—4,8%. De asemenea, culoarea obţinută este mare — 3 Union. Amestecul format din părţi egale de cerezină de ulei greu şi cerezină de ulei rezidual cu 5% extract se rafinează în condiţii bune, cerezina are culoare frumoasă 2 U, însă punctul de topire mic, 73°C.

Cerezina preparată din petrolat de ulei rezidual nesolventat cu furfurol (conţine aromate) nu a dat rezultate bune. De asemenea, cerezina brută (preparată din ulei care a fost solventat în furfurol) a fost solventată încă o dată în furfurol. Rezultatele nu au fost mulţumitoare.

OBŢINEREA CEREZINEI PRIN DEPARAFINARE LA TEMPERATURĂ RIDICATĂ A ULEIULUI REZIDUAL (SOLVENTAT CU FURFUROL)

Cerezine cu puncte de topire mari 80—86°C se obţin direct din ulei rezidual solventan cu furfurol prin deparafinare la temperatură ridicată, punctul de topire al cerezinei fiind în funcţie de temperatura de deparafinare.

Operaţia constă în diluarea uleiului cu solvent (50% metil-etil-cetonă, 35% benzen, 15% toluen) în proporţie de 4 : 1 solvent faţă de ulei, încălzirea pentru omogenizare şi răcirea amestecului pentru cristalizarea cerezinelor. Filtrarea, s-a făcut la temperaturile de +20 sau +30°C. Turta de cerezină formată prin

Tabela 3

RAFINAREA CU ACID ȘI BENTONITĂ

Nr. crt.	Materie primă	Extract, %	Acid, %	Conc. acid, %	Timp decant., ore	Na_2CO_3 %	Bentonită, %	Cul. Union	Punct de topire, °C	Conținut în ulei, %
1	Cerezină din uleiuri reziduale	3	7	98	1	2	15	>8	—	—
2	Cerezină din uleiuri reziduale	3,5	6	98	2	1,5	15	>8	—	—
3	Cerezină din uleiuri reziduale	6	6	98	5	1,5	15	>8	—	—
4	Cerezină din uleiuri reziduale	4,5	7	98	2	1,5	15	>8	—	—
5	Cerezină din uleiuri reziduale	4	8	98	12	1,5	15	>8	—	—
6	Cerezină din uleiuri reziduale	4	10	95	24	1,5	15	>8	—	—
7	Cerezină din uleiuri reziduale	6	10	95	24	1,5	15	>8	—	—
8	Cerezină din uleiuri reziduale	5	15	88	8	2	20	8	79	3
9	Cerezină din uleiuri reziduale	7	20	88	8	2	20	6	78	—
10	Cerezină din uleiuri reziduale	10	15	88	8	2	20	$3^1/_2$	78	3,4
11	Cerezină din uleiuri reziduale	10	20	88	8	2	20	$3^1/_2$	78	4
12	Cerezină din uleiuri reziduale	15	15	88	8	2	20	3	76	4,8
13	Cerezină ulei greu	—	6	98	1	1,5	5	1	66	—
14	Cerezină reziduală 80%, cerezină ulei greu 20%	—	7	98	12	1,5	20	>8	—	—
15	Cerezină reziduală 70%, cerezină ulei greu 30%	—	6	98	6	1,5	20	>8	—	—
16	Cerezină reziduală 50%, cerezină ulei greu 50%	—	6	98	24	1,5	20	>8	—	—
17	Cerezină reziduală 50%, cerezină ulei greu 50%	3	6	95	8	1,5	20	>8	—	—
18	Cerezină reziduală 50%, ulei greu 50%	3	15	95	8	1,5	20	2	73	—
19	Cerezină reziduală 80% + ceară de petrol 20%	—	8	98	8	2	20	>8	—	—
20	Cerezină reziduală 98%, semigudron 2%	—	8	98	6	2	20	>8	—	—
21	Cerezină reziduală	—	—	—	—	—	20	5,5	81	1,5

filtrare s-a spălat cu solvent în proporție de 1 : 1 și 2 : 1 față de ulei. Cerezina obținută s-a tratat cu 10% bentonită la 180°C. Rezultatele sînt trecute în tabela 4.

Tabela 4

ANALIZA CEREZINEI OBȚINUTE PRIN DEPARAFINARE LA TEMPERATURI RIDICATE

Analize	*a*	*b*	*a*	*b*
Temperatura de deparafinare, °C	20	20	30	30
Randamentul, % (as. ul. rezid.)	15	12,5	7	7
Culoare Union	$2^1/_2$	2	$1^1/_2$	$1^1/_2$
Punct topire, °C	80	82	86	86
Conținut în ulei ASTM	4,3	3,6	2,3	1,9
Penetrație 25 mm	—	12	10	9

În tabela 4 se observă că prin spălarea turtei cu o cantitate mai mare de solvent, analiza (*b*), în comparație cu analiza (*a*), cerezina are o culoare mai bună, un conținut mai mic de ulei și o penetrație mică.

După prima treaptă de deparafinare la temperatura de 20 sau 30°C, se continuă deparafinarea normală a uleiului rezidual la —15°C, pentru îndepărtarea cerezinelor cu punct de topire mai mic și obținerea uleiului rezidual deparafinat.

Uleiul rezidual deparafinat în trepte are aceleași caracteristici cu uleiul rezidual deparafinat într-o singură treaptă.

În tabela 5 apar comparativ analizele uleiurilor deparafinate în două trepte, și anume: (+30) (—15) și (+20) (—15), față de analiza uleiului deparafinat într-o singură treaptă la —15°C.

Tabela 5

ANALIZA ULEIURILOR OBȚINUTE PRIN DEPARAFINARE ÎN TREPTE ȘI DIRECT

Deparaf. temp., °C	(+30) (—15)	(+20) (—15)	(—15)
Culoare Union	8	8	8
Viscozitate la 50°E	27,6	27,6	30,3
Indice de viscozitate	92	91,6	90,9
Inflamabilitate, °C	307	304	305
Cocs., %	0,77	0,87	0,85
Congelare, °C	1	—1	—4

Din toate încercările de rafinare a cerezinei expuse anterior, metoda de deparafinare a uleiului rezidual la temperatură relativ ridicată (+20, +30 °C), urmată de simpla contractare cu bentonită, apare în prezent a fi singura soluție a problemei rafinării cerezinei în condiții satisfăcătoare de rentabilitate și simplitate tehnologică.

CONCLUZII

Din încercările efectuate în laborator reiese:

1. Prin dezuleierea petrolatului de ulei rezidual în două trepte se obțin cerezine brute cu puncte de topire mari, 80—90°C, în funcție de

temperatura de filtrare, şi cu un conţinut mic în ulei (tabela 1).

2. Mărind procentul de metil-etil-cetonă din solvent, randamentul de cerezină creşte cu circa 50%, punctul de topire scăzînd cu circa 1—2°C (tabela 2).

3. Prin rafinarea amestecului format din părţi egale de cerezină din ulei rezidual şi cerezină din ulei greu cu 5% extract se obţine o cerezină cu o culoare brună 2 U, însă cu punctul de topire mic, 73°C.

4. Cerezine cu puncte de topire mari, 80—86°C, se obţin prin deparafinarea directă a uleiului rezidual la temperaturi relativ ridicate, 20—30°C, punctul de topire fiind în funcţie de temperatura de răcire (tabela 4).

5. Cerezine cu un conţinut mic în ulei şi o penetraţie mică se obţin prin spălarea turtei de cerezină pe filtru cu o cantitate mai mare de solvent (2 : 1 părţi solvent — analiza (*b*) din tabela 5).

Culoarea 1, 5 şi 2 Union rezultă prin simpla tratare cu 10% bentonită.

6. Fabricarea cerezinei prin metoda deparafinării uleiului rezidual la temperatură ridicată (în trepte) exclude operaţia de dezuleiere a petrolatului şi cea de rafinare cu acid sulfuric, o singură contactare cu bentonită ducînd la obţinerea culorii conforme.

BIBLIOGRAFIE

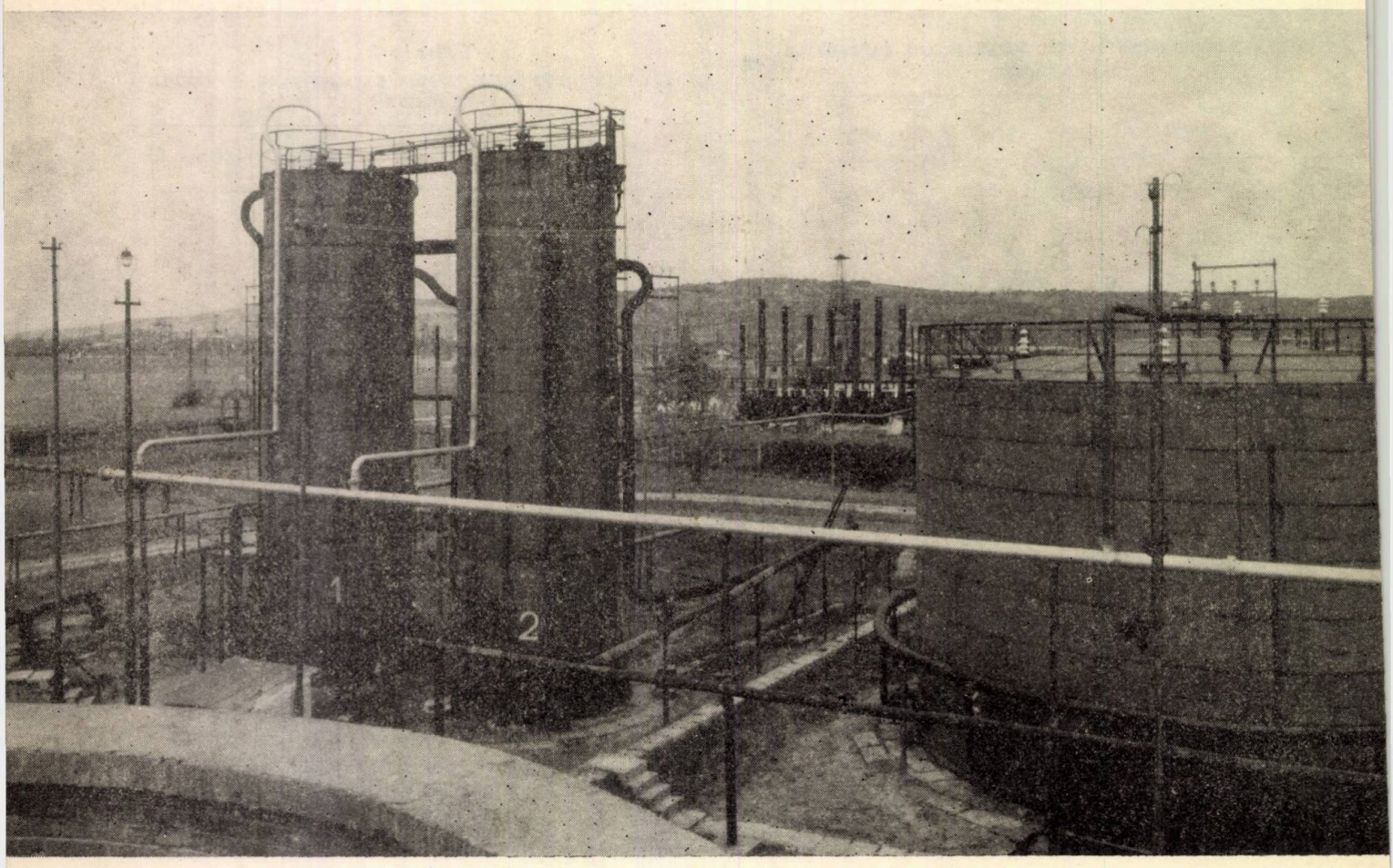
[1] Debie, N. *Chimia petrolului*, Ed. tehnică, Bucureşti, 1951.

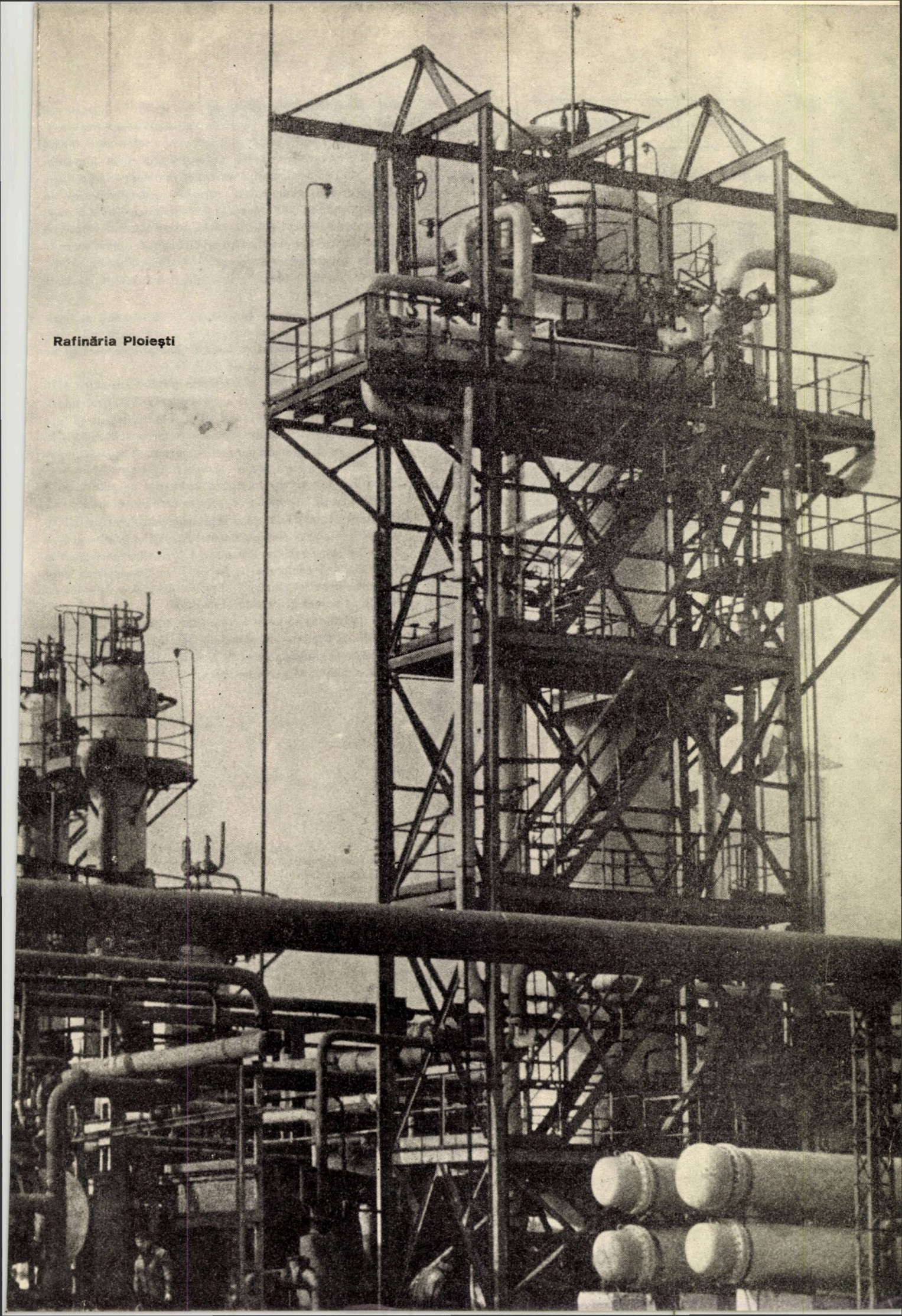
[2] Neniţescu, C. *Chimie organică*, Ed. tehnică, Bucureşti, 1960.

[3] Cerchez, V., Evghenide, C. *Parafina*, Ed. tehnică, Bucureşti, 1957.

[4] Rădulescu, G. *Tehnologia uleiurilor*, Ed. tehnică, Bucureşti, 1958.

Instalaţia de tratare electrică de la Boldeşti





Rafinăria Ploieşti

Prof. DAVID M. PREDA

În ziua de 7 septembrie 1963 s-a stins din viață, după o grea suferință, prof. David M. Preda.

Născut la 22 aprilie 1886 în comuna Circea, Regiunea Oltenia, dintr-o familie de țărani săraci, a cunoscut de mic lipsurile. Datorită însușirilor sale alese a reușit să intre ca elev bursier la colegiul „N. Bălcescu" din Craiova, continuîndu-și apoi studiile liceale la liceul „Gh. Lazăr" din București. După absolvire a urmat cursurile Universității din București, la Facultatea de științe naturale, pe care a terminat-o în mod strălucit, fiind remarcat de profesorul său Sava Atanasiu, care l-a ales ca asistent și colaborator la Catedra de geologie.

Pe baza unor remarcabile cercetări geologice făcute în Carpații Orientali și-a trecut la Universitatea din București examenele de docență și de doctor în științe naturale. Datorită activității științifice și didactice prodigioase, a ocupat succesiv posturile de conferențiar și profesor la Universitatea din București, la disciplinele de geologia petrolului și geologia R.P.R.

În calitate de profesor de geologie și de membru al Institutului geologic, al cărui subdirector a fost mulți ani, prof. D. M. Preda a îndrumat și format generații de geologi de valoare ai țării noastre.

Ideile sale îndrăznețe și originale privind tectonica țării au constituit un imbold pentru noile generații de cercetători, multe dintre aceste idei stînd și azi la baza concepțiilor moderne asupra structurii geologice a Carpaților românești.

Problemele de geologia petrolului au constituit pentru prof. D. M. Preda o preocupare permanentă. Ultimele sale cercetări au fost întreprinse în cadrul industriei de petrol, unde a ocupat funcții de conducere, printre care postul de director științific al primului Laborator de geologia petrolului din R.P.R.

Cunoștințele sale asupra geologiei Carpaților românești i-au permis să contribuie la dezvoltarea lucrărilor geologice de prospecțiune și explorare și, în final, la descoperirea unor zăcăminte de petrol, pentru care a fost distins de două ori cu titlul de „Laureat al Premiului de Stat".

Prin activitatea sa neîntreruptă timp de aproape 50 de ani, prof. D. M. Preda — în afară de contribuțiile deosebit de importante la cunoașterea țării noastre — a dus faima științei geologice românești peste hotare.

Cronica

O conferință internațională asupra lubrifianților va avea loc între 13 și 16 octombrie 1964 la Washington.

Problemele ce vor fi luate în discuție sînt: lubrifianții solizi și lubrifierea; lubrifierea elasto-hidrodinamică și sistemele de contact concentrate; principii de prevenire a frecării; lubrifierea limită, lubrifierea hidrodinamică și hidrostatică, lubrifierea în condiții grele, cum ar fi temperaturi înalte, sub vid, sub radiații; proprietățile reologice ale lubrifianților lichizi și grași.

*

Între 4 și 8 mai 1964 va avea loc la Universitatea din Columbia o conferință internațională de stratigrafie și tectonică.

Scopul conferinței este de a promova și răspîndi în cea mai mare măsură cele mai noi cunoștințe cu privire la studiul solului și la mecanica rocilor. Fiind vorba de o problemă foarte vastă, conferința se va limita la studiul unor probleme specifice, care vor constitui baza cercetărilor teoretice și experimentale.

Conferința va avea loc la Universitatea din Columbia și la Hotel Statler-Hilton, New York. Limbile oficiale vor fi engleza, franceza și germana. Actele conferinței vor fi publicate în trei volume complet separate, în fiecare dintre cele trei limbi.

*

Între 17 și 21 august 1964 va avea loc în Anglia, la Cambridge, al X-lea Simpozion internațional referitor la combustiune, organizat de Institutul de combustiune din Pittsburgh.

Programul va cuprinde discuții și prezentări de comunicări.

Discuțiile vor dura mai multe zile, avînd ca subiect: reacțiile elementare ale arderii și dinamica fluidelor în procesul de ardere.

Comunicările prezentate se vor putea referi la toate domeniile arderilor și mai ales în următoarele domenii:

1) Arderea incompletă în motoarele cu combustiune internă, avînd drept consecință impurificarea aerului și tehnicile de ardere, care permite să se reducă această impurificare.

2) Proprietățile electrice ale flăcărilor (influența cîmpurilor, creșterea sau suprimarea ionizării, proprietățile electrice ale detonărilor).

3) Studiul aprinderii din punct de vedere teoretic și din punct de vedere experimental, atît pentru fazele condensate cît și pentru sistemele gazoase.

Rezumatele comunicărilor, circa 1 000 de cuvinte, trebuie trimise secretariatului pînă la data de 15 ianuarie 1964.

Scurte ştiri

În Suedia, în apropiere de Gothenburg este prevăzută construirea unei noi rafinării cu o capacitate de aproape 7 000 t/zi.

★

O nouă rafinărie de 3 200 t/zi va fi construită la Nha Trang în Vietnamul de Sud şi este prevăzut a intra în funcţiune la sfîrşitul anului 1965.

★

O rafinărie de 1 200 000 t/an va fi construită în Pancevo în R. S. F. Iugoslavia.

Această rafinărie va produce 50 000 t butan şi propan, 100 000 t benzină de aviaţie, 140 000 t benzină cu cifră octanică ridicată, 370 000 t motorină, 58 000 t benzină cu cifră octanică 80 şi 400 000 t păcură.

Petrolul brut va fi furnizat de cîmpul petrolier Vojvodina.

★

La Chittagong, în Pakistan, se va construi o nouă rafinărie, a cărei capacitate va fi de un milion de tone şi va putea fi mărită pînă la un milion şi jumătate de tone.

Terenul unde va fi ridicată rafinăria a fost deja ales, iar planurile şi studiile asupra terenului sînt în curs de efectuare.

★

În Finlanda, la Porvoo, la o depărtare de 40 km de Helsinki se va construi o rafinărie cu o capacitate de 2 000 000 t/an pe o suprafaţă de aproape 650 de hectare.

Va fi construit şi amenajat şi un port care urmează să primească tancurile care vor trece spre Marea Baltică. Rafinăria urmează să fie instalată în două etape.

Prima parte va fi terminată în 1965, iar a doua în 1967.

★

Producţia ungară de petrol brut a fost în 1962 de 1 600 000 t şi se crede că în 1965 va atinge 2 200 000 t.

În domeniul rafinăriilor, în R. P. Ungară a intrat în funcţiune din 1962 o unitate de distilare atmosferică de un milion de tone, de cracare termică de 360 000 t/an şi o instalaţie de ulei lubrifiant de 50 000—75 000 t/an.

★

Urmează ca în cursul anului 1963 să se construiască încă două noi unităţi, dintre care una la Szazhalombatta, unde se proiectează, de asemenea, pentru 1965 o unitate de distilare atmosferică de 1 mil. t/an cu posibilitatea de creştere pînă la 3 mil. t/an.

★

În Venezuela, producţia medie în cursul anului 1962 s-a ridicat la 457 000 t/zi, ceea ce reprezintă o creştere de 10% faţă de anul 1961.

Documentare

*** **Prevederi asupra dezvoltării consumului de materii prime petroliere pentru fabricarea produselor petrochimice în S.U.A.** În Oil and Gas Journal, 61, mai 1963, p. 66.

Se prevede că în S.U.A., în următorii 40 de ani, proporţia de gaze naturale şi de materii prime petroliere care vor fi folosite pentru fabricarea produselor petrochimice va creşte considerabil, dată fiind creşterea rapidă a cerinţelor de produse de acest fel. În prezent se folosesc în acest scop 1,75% din producţia de gaze naturale şi de ţiţei la un loc. Socotind că jumătate din produsele petrochimice vor fi fabricate plecînd de la gaze naturale, în anul 2 000 se prevede că consumul de materii prime petroliere în acest scop va atinge cifra de circa 30 000 000 t, ceea ce va reprezenta circa 2,5% din producţia corespunzătoare de ţiţei.

Creşterea cerinţelor de produse petrochimice se prevede că va fi foarte importantă în domeniul materialelor plastice şi al răşinilor şi mai redusă în domeniul fibrelor sintetice, al detergenţilor, al cauciucului sintetic şi al vopselelor.

Se prevede că în S.U.A. vor fi necesare pentru fabricarea produselor petrochimice următoarele cantităţi de produse organice şi intermediare principale (în mil t) * :

	1960	1980	2000
Acetilenă	0,29	1,00	2,29
Acid adipic	0,13	0,41	0,62
Butadienă	0,87	2,05	3,39
Etilenă (99%)	0,59	2,18	5,13
Dicloretan	0,35	1,27	3,02
Formaldehidă	0,49	2,58	6,77
Fenol	0,16	0,44	1,05
Anhidridă ftalică	0,17	0,34	0,74
Propilenă (99%)	0,06	1,39	5,38
Stiren	0,78	2,26	5,19
Total	3,89	13,94	33,88

* În 1960 cifra reprezintă realizări; pentru 1980 şi 2000, cifrele reprezintă estimaţii medii.

I. A. Eldib. **Prepararea răşinilor din produse de cracare termică.** În: Hydrocarbon Processing and Petroleum Refiner, mai 1963, p. 187.

În general sînt denumite răşini sintetice substanţe amorfe, organice, semisolide sau solide preparate prin polimerizarea sau condensarea unui mare număr de molecule din unul, doi sau trei componenţi.

Distilatele de cracare termică constituie o sursă de materie primă ieftină pentru prepararea de răşini sintetice cu ajutorul catalizatorilor acizi ($AlCl_3$, $AlBr_3$, BF_3, H_2SO_4). Reacţiile care au loc concomitent sau succesiv sînt următoarele: 1) polimerizări de olefine; 2) alchilări de aromatice cu olefine cu formare de aromatice substituite; 3) polimerizări şi condensări de di- şi monoolefine; 4) combinări de diolefine cu aromatice substituite, urmate de polimerizări.

Procesul constă în cracarea termică a unor fracţiuni de ţiţei (benzine grele, petroluri, motorine) cu 50—90% abur la temperatura de 500—700°C. Fracţiunea C_6—C_7 obţinută formează materia primă pentru polimerizare în răşini şi, după natura acestei materii prime, se obţin răşini olefinice sau aromatice. În prealabil materia primă trebuie deshidratată, şi operaţia de polimerizare se face în prezenţa catalizatorului ales. Operaţia are loc într-un reactor de joasă presiune şi la temperatura de 40—45°C. Urmează apoi neutralizarea şi separarea de catalizator; faţă de materia primă, randamentul în răşini este de 20—28%, iar consumul de catalizatori este de circa 1%; costul scăzut al catalizatorului face neinteresantă regenerarea.

Răşinile de petrol olefinice sînt termoplaste şi au numeroase întrebuinţări: impermeabilizări de textile, vehiculanţi de fungicide, în industria hîrtiei, a coloranţilor, a cernelurilor, a cauciucului.

Răşinile de petrol aromatice au aceleaşi utilizări, cu observaţia că sînt mai adecvate pentru industria cauciucului decît cele olefinice.

R. Wohlbier și P. W. John. **Situația actuală la forajul rotativ cu aer, gaze, precum și noroaie aerate.** În: Erdöl-Zeitschrift, mai-iunie 1963.

Este un articol de sinteză în care s-au totalizat materiale ce s-au publicat în prezent asupra forajului cu fluide gazoase sau noroaie aerate.

Se arată că puterea de transport a unui fluid gazos este proporțională cu densitatea lui și cu pătratul vitezei curentului. Pentru calculul necesarului de aer sau gaze se dau formula dezvoltată de Angel și tablourile calculate de acesta pentru cazurile cele mai uzuale.

La descrierea instalației de suprafață se insistă asupra compresoarelor.

La descrierea avantajelor forajului cu apă se arată, în general și cu exemple, mărirea vitezelor de foraj și a metrajelor pe sapă.

O parte importantă din articol cuprinde descrierea dificultăților de foraj care se datoresc afluxului de apă și a mijloacelor utilizate pentru combaterea acestor dificultăți.

Se arată că pentru afluxurile de volum mic, pînă la 450 l/h, se utilizează fie substanțe ce absorb apa, fie substanțe ce îmbracă detritusul și-l împiedică să se aglomereze.

La afluxuri medii de 450—7 500 l/h cele mai bune rezultate au dat materialele spumogene, iar la afluxuri mari, peste 7 500 l/h, s-au obținut unele rezultate injectînd în stratul acvifer rășini ce se întăresc în timp sau materiale care, prin reacția lor reciprocă, produc compuși solizi ce înfundă porii stratului.

H. M. Rollins. **Contribuții la realizarea găurilor drepte.** În: Erdöl-Zeitschrift, mai 1963.

Autorul încearcă să dea o descriere detaliată a problemelor ce pot interveni la forarea găurilor verticale, arătînd ce s-a făcut în această privință și sugerînd soluții.

Soluțiile sînt bazate în cea mai mare parte pe cercetările teoretice și practice făcută de A. Lubinski, Woods, Bill Rider și de autor.

În prezentarea subiectului, autorul urmează dezvoltarea istorică a problemei. Pentru susținerea ideilor se prezintă un mare număr de fotografii, diagrame și nomograme.

În ultima parte a articolului se dau rezultatele obținute cu prăjinile grele, pătrate și se delimitează domeniul lor de utilizare.

Atît teoria cît și practica sînt tratate detaliat.

Fr. A. Oetken. **Tendințe noi în dezvoltarea prelucrării țițeiului și a gazelor naturale.** În: *Erdöl und Kohle*, iunie 1963, p. 639. Ediție specială pentru al VI-lea Congres mondial de petrol.

Revista apare cu un bogat material pentru cele opt secții ale congresului. Se tratează mai mult problemele legate de industria de petrol și gaze a R.F.G. Sectorul de geologie a petrolului este cel mai dezvoltat. Problemele de prelucrare sînt tratate, de asemenea, într-un material vast. Dintre acestea redăm în rezumat articolul cu caracter general privind noua dezvoltare a sectorului de prelucrare a țițeiului și a gazelor naturale.

Se arată că acest sector se găsește într-o dezvoltare impetuoasă, influențînd toate sectoarele economiei și revoluționînd întreg domeniul economic al resurselor de energie și al chimiei, anvergura lor neputînd încă să fie evaluată.

După ce la partea introductivă se arată date privind producția mondială a țițeiului pe țările mari producătoare în intervalul 1950—1961, se trece la analiza proceselor principale de prelucrare din rafinării cu unitățile lor.

Distilarea fracționată. În dorința de a ieftini distilarea țițeiului, s-au adus îmbunătățiri constructive la procedeul de distilare. Se extinde utilizarea refluxurilor de recirculare între prizele produselor laterale. O altă măsură este folosirea așa-numitelor „talere dinamice de distilare" în locul „talerelor cu clopoței".

Cracarea termică. Procesele de cracare termică, inclusiv ruperea de vîscozitate și cocsare, pe lîngă procesele catalitice, își mențin importanța, ca urmare a tendinței de a obține distilate din fracțiuni grele. Instalațiile termice tind a trece la cracări ușoare, ale țițeiurilor și reziduurilor, cu vîscozitate mare.

Cracarea catalitică. Tendința de a supune la cracare catalitică alte materii prime decît distilatele de vid, de exemplu reziduurile grele, a dus-la perfecționarea procedeelor în scopul eliminării dificultăților provocate de prezența metalelor, în special a nichelului. Catalizatorii folosiți în formă de sfere, supuși unei eroziuni mai mari printr-o recirculare puternică, pot înlătura metalele depuse din materia primă pe suprafața lor. Catalizatorii sînt totodată și purtători de căldură.

S-au elaborat astfel procedeele „Houdresid", cracarea fluidă Shell în două etape, apoi procedeul Met-x, Demet etc. Procedeul fluid în două etape este flexibil și poate fi adoptat ușor oricărei materii prime.

Hidrogenarea. Se descriu progresele realizate la cele două forme: hidrofinarea și hidrocracarea. În fază de extindere sînt procedeul „ferrofinare" și „comofinare" pentru rafinarea uleiurilor. În total sînt descrise peste 15 procedee de hidrogenare.

Procedee pentru ridicarea calității carburanților. Sînt arătate procedeele de *reformare catalitică* cu catalizatori de platină și îmbunătățirile aduse acestora pe parcurs.

Ca progres realizat se arată reducerea raportului la recirculare de la 10 : 1 la aproximativ 5 : 1.

Această reducere duce la o presiune parțială de hidrogen mai mică și deci la consumuri specifice mai mici și investiții mai reduse.

Pentru îmbunătățirea cifrei octanice, se introduce tot mai mult recircularea nearomaticelor din rafinat, mărindu-se astfel conținutul de aromate în benzină și deci C.O.

Alte procedee introduc în continuare reformatul catalitic într-o instalație de reformare termică, pentru formarea de noi aromatice, fără ca cele obținute la R.C. în prima fază să fie atacate.

Procedeele de izomerizare. Utilizate mai mult în timpul războiului, în prezent sînt îmbunătățite prin folosirea catalizatorilor pe bază de metale nobile. În special se izomerizează fracțiunea $C_5—C_6$.

Alchilarea. În trecut a fost utilizată, mai ales, la fabricarea izo-octanului pentru benzina de aviație. În prezent, s-a trecut și la alchilare pentru benzina auto. Sînt arătate procedeele cele mai răspîndite.

Fabricarea uleiurilor minerale. Se bazează pe procedeele cunoscute: dezasfaltarea cu propan, deparafinarea cu amestec: benzen-metiletilcetonă sau propan. Ca nouă metodă de rafinare este hidrogenarea. La uleiurile de motoare, hidrogenarea înlocuiește contactarea cu pămînt decolorant, nu însă tratarea cu solvenți pentru îndepărtarea aromaticelor și a parafinelor.

La fabricarea uleiurilor de mașini, hidrogenarea poate înlocui tratarea cu acid sulfuric și decolorarea cu pămînt activ, îmbunătățind randamentul și vîscozitatea.

Obținerea aromaticelor. Se realizează prin extracție cu solvenți selectivi. Cel mai răspîndit este procedeul Udex cu dietilenglicol. În curs de experimentare și extindere s-au elaborat încă procedeul cu Sulfolan și procedeul Arosolvan cu *N*-metilpirolidină.

Fabricarea parafinei. Separarea parafinelor din produse petroliere, în special din uleiuri, se face cu solvenți selectivi, care precipită parafinele. În ultimul timp, separarea parafinei tinde a se face prin adsorbție selectivă cu ajutorul sitelor moleculare. Acestea se fabrică din silicați de aluminiu cu adaos de sodiu și calciu pentru a obține anumite dimensiuni ale porilor. Sitele moleculare mai pot fi folosite la separarea hidrocarburilor normele de cele ramificate (izo-). Cu succes sînt aplicate sitele moleculare pentru uscarea produselor, ca separarea apei din benzină, petrol etc.

Valorificarea hidrocarburilor ușoare este tratată în continuare.

În încheiere este tratată problema apelor reziduale din rafinării și se dă o schemă de principiu ce poate fi aplicată în orice rafinărie.

Recenzii

M. A. SHDANOW:

Metode de calcul al rezervelor zăcămintelor de ţiţei şi gaze. În: Akademie-Verlag, Berlin. Preţul 22 DM.

Cartea este o traducere din limba rusă cu unele adaptări la situaţia din R.D.G.

În lucrare se dau toate metodele utilizate pentru calculul rezervelor în detaliu şi în diferitele lor variante.

Se începe prin clasificarea rezervelor în grupe (rezerve ce se iau în balanţă şi rezerve ce nu se iau în balanţă) şi clase de rezerve (A, B, C_1, C_2).

Se tratează separat calculul rezervelor pentru ţiţei şi separat pentru gaze.

La ţiţei (cap. 3) se începe cu metoda volumetrică, arătîndu-se formulele de calcul şi modul de determinare a diferiţilor parametri şi coeficienţi.

Se arată, de asemenea, şi diferitele variante, şi anume: metoda volumetric-statistică, volumetric-greutate, a productivităţii la hectar şi varianta cu izolinii.

Se tratează apoi metoda statistică, arătîndu-se felul cum se pregătesc tabelele logaritmice de corelare, modurile de aplatisare a curbelor de producţie şi obţinerea curbei de producţie finale.

Ultima metodă arătată la ţiţei este metoda bilanţului de material, care se bazează pe constanta sumei carbonului extras şi a carbonului rămas în zăcămînt.

La sfîrşitul capitolului se delimitează domeniul de utilizare a diferitelor metode în funcţie de regimul din zăcămînt şi gradul de cunoaştere a zăcămîntului.

În capitolul patru se dă calculul rezervelor zăcămintelor de gaze.

Se iau în consideraţie două metode: metoda volumetrică şi metoda căderii de presiune, arătîndu-se formulele ce se utilizează şi corecţiile ce se aduc. În partea finală a capitolului se arată şi calculul rezervelor de gaze dizolvate în ţiţei.

Un scurt capitol este rezervat pentru calculul rezervelor zăcămintelor din roci cavernoase.

În partea finală a lucrării un capitol destul de extins se ocupă cu calculul rezervelor de prognoză de ţiţei şi gaze cu următoarele subcapitole:

— Estimarea calitativă bazată pe tectonică, stratigrafie, litologie, geochimie etc.

— Pregătirea hărţilor de prognoză.

— Estimarea cantitativă după un punctaj sau după proporţia suprafeţei posibile petroliere.

Cartea este clar scrisă, se dau toate detaliile pentru a se putea face efectiv calculele şi totodată poate servi ca un îndreptar pentru cei ce fac calculul rezervelor. În acelaşi timp este instructivă şi pentru ceilalţi geologi, ingineri şi tehnicieni din industria de petrol.

S. D. RASEEV şi C. D. IONESCU:

Reformarea catalitică. Editura tehnică, Bucureşti, 1962, 210 p.

Reformarea catalitică reprezintă un proces complex de transformare a benzinelor medii şi grele sau a fracţiunilor lor înguste prin reacţii concomitente de dehidrogenare, de ciclizare, de izomerizare şi de hidrocracare, în benzine cu cifre octanice ridicate sau în concentrate de hidrocarburi aromatice mononucleare.

Reacţiile de dehidrogenare şi de ciclizare cele mai importante sînt cele prin care ciclohexanul şi alchilciclohexanii trec în hidrocarburi aromatice. Ele sînt catalizate de platină sau de oxizii metalici, în timp ce în reacţiile de izomerizare care decurg după un mecanism ionic rolul principal îl are suportul catalizatorului (alumină sau alumosilicat). Cele mai importante reacţii de izomerizare sînt cele de transformare a alchilciclopentanilor în alchilciclohexani, a alcanilor în izoalcani; se izomerizează de asemenea alchilaromaticele formate, în timp ce hidrocarburile saturate puternic ramificate (care au cifre octanice mari) nu suferă izomerizări. Reacţiile de hidrocracare care au loc duc la demetilări şi deciclizări cu formare de hidrocarburi saturate cu mase moleculare scăzute. Pe de altă parte au loc (datorită funcţiei acide a suportului) şi reacţii de descompunere şi de polimerizare a hidrocarburilor nesaturate (existente ca produse intermediare în reacţiile arătate mai sus), în urma cărora rezultă depuneri de cocs.

Prezentînd pe larg termodinamica reformării catalitice şi mai ales cinetica proceselor ce au loc, lucrarea, care are un caracter monografic, cuprinde date preţioase necesare proiectării. Este studiată influenţa temperaturii şi presiunii asupra echilibrului termodinamic pentru acele reacţii care în condiţiile procesului ating echilibrul sau se apropie de el.

Factorilor care influenţează procesul de reformare catalitică li se acordă în lucrare un spaţiu deosebit: temperatura, presiunea, raportul H_2: materia primă, natura catalizatorului şi a suportului.

Compoziţia materiei prime reprezintă un factor hotărîtor atît asupra calităţii produselor rezultate de la reformare cît şi asupra randamentelor obţinute în instalaţii. La prelucrarea materiilor prime cu punct final de distilare peste 180°C sînt intensificate reacţiile de hidrocracare şi depunerile de cocs pe catalizator. În general, pentru obţinerea unor produse bogate în aromatice se folosesc fracţiuni înguste, care distilă între 62 şi 140°C, iar pentru a obţine benzine cu cifră octanică ridicată — fracţiuni care distilă între 80 şi 90°C şi 180 şi 205°C. Compuşii cu sulf existenţi în materia primă au o influenţă puternică asupra catalizatorului de platină (nu şi asupra celor de oxizi metalici), dezactivîndu-i puternic. Compuşii cu azot au o influenţă mai mică, dezactivînd centrii cu caracter acid ai suportului. Suportul de alumină al catalizatorului este influenţat de apa prezentă în materia primă.

Datorită depunerilor de cocs în cursul procesului şi a influenţei diverselor impurităţi din materia primă, activitatea catalizatorilor scade treptat. Regenerarea catalizatorului se face prin arderea cocsului la temperaturi de peste 500°C, dar activitatea catalizatorului nu revine la cea iniţială, ceea ce duce după un număr de regenerări la necesitatea înlocuirii lui.

Realizarea reformării catalitice în industrie cuprinde o serie de operaţii, dintre care cele mai importante sînt: 1) prefracţionarea materiei prime pentru a prelucra fracţiuni cu anumite limite de distilare; 2) rafinarea, îndepărtarea impurităţilor care dezactivează catalizatorul (compuşi cu sulf şi cu arsen) prin hidrofinare (folosind hidrogenul rezultat din procesul de reformare) sau prin desulfurare electrostatică; 3) reformarea în diverse condiţii de lucru în funcţie de catalizator, procedeu şi materie primă; 4) separarea produselor rezultate de hidrogen şi hidrocarburi uşoare care se recirculă; 5) stabilizarea reformatului în coloane speciale de stabilizare. Pentru obţinerea hidrocarburilor aromatice acestea se separă din reformat prin mai multe metode: distilare azeotropă sau extractivă, extracţie cu dizolvanţi selectivi, cristalizare fracţionată etc.

În lucrare sînt abordate în mod special două probleme, şi anume: calculul treptelor de reacţie în cazul catalizatorilor în strat fix şi în strat fluidizat, precum şi problema coroziunii în instalaţiile de reformare catalitică. Se arată efectul hidrogenului sulfurat şi al hidrogenului care reprezintă agenţi corosivi periculoşi în condiţiile procesului, precum şi materialul de construcţie adecvat. Ambele probleme sînt deosebit de importante pentru proiectarea instalaţiilor industriale.

Ultima parte a cărţii este consacrată prezentării proceselor aplicate în industrie pentru reformarea catalitică a benzinelor, descriindu-se modul de funcţionare a diverselor procedeee. În fiecare caz sînt date schema instalaţiilor, regimul tehnologic, randamentele în produse obţinute şi durata de funcţionare a instalaţiilor pînă la regenerarea catalizatorului. Subliniind avantajele prezentate de fiecare procedeu, se arată ce calităţi de materii prime sînt indicate a fi prelucrate în fiecare caz şi ce produse finite se obţin.

Procedeele de reformare catalitică sînt clasificate după modul în care se

utilizează catalizatorul — în strat fix sau în pat fluidizat —, arătîndu-se variantele adoptate în fiecare procedeu pentru regenerarea catalizatorului. Astfel, sînt prezentate procedeele cu strat fix de catalizator de platină (platformare), de oxizi de crom (termofor) sau de molibdat de cobalt (hiperformare), precum şi în strat fluidizat de oxizi de molibden (hidroformare). Procedeele regenerative— cele în care se regenerează continuu catalizatorul fără oprirea instalaţiei în acest scop — prezintă avantaje mari faţă de procedeele arătate, deşi cheltuielile de investiţii sînt crescute în acest caz. Se pot folosi materii prime cu puncte de distilare cuprinse între limite mult mai largi, iar randamentele în benzine sînt sporite, obţinîndu-se produse cu cifre octanice ridicate. Procedeele semiregenerative întrunesc calităţile procedeelor regenerative şi avantajele celor neregenerative (investiţii reduse, utilaje mai simple, care permit o mare flexibilitate a procesului). Dintre acestea fac parte procedeele Sinclair-Backer, precum şi cele sovietice L-5; L-6; L-11; L-6/11. Se subliniază avantajele utilizării unuia sau altuia dintre procedeele sovietice în funcţie de calităţile materiei prime supuse reformării. Mai sînt prezentate şi procedee complexe, în care reformarea catalitică este combinată cu un procedeu de separare a hidrocarburilor aromatice, după care are loc reformarea catalitică a concentratului nearomatic (rexformare sau procedeul izoplus), sau se combină reformarea catalitică cu cea termică etc.

Sinteza făcută de autori la sfîrşitul cărţii este foarte binevenită, scopul ei fiind acela de a servi pentru adoptarea unui sau a altuia dintre procedeele de reformare catalitică, ceea ce este deosebit de folositor pentru cei ce lucrează în acest domeniu.

RUDOLF MEINHOLD:

Geologia petrolului; Schiţă şi perspectiva de dezvoltare. Editura Academiei — Berlin, R.D.G., 1962, 227 p.

Problemele privind „Geologia petrolului" sînt tratate în 11 capitole, care cuprind:

Istoricul industriei de petrol; răspîndirea mondială a terenurilor petroliere; emisfera vestică—emisfera estică; proprietăţile fizico-chimice ale zăcămintelor şi ţiţeiurilor; formarea ţiţeiului şi a gazelor, diversele teorii; roca-mamă a ţiţeiului; roci-magazin; migraţiune; legătura dintre zăcămintele de ţiţei şi constituţia şi crusta terestră; faliile terestre; geologia petrolului Germaniei, în special al R.D.G.; exemple de zăcăminte de petrol în Germania şi în alte ţări.

În partea de generalităţi se arată că rezervele mondiale de ţiţei cunoscute (sigure) la 1 ianuarie 1962 au fost de 42 mrd. t ţiţei, din care revin: 61% în Orientul Mijlociu, 13% America de Nord, 10% ţările socialiste, 8% America de Sud, 4% Orientul îndepărtat, 3% Africa şi 0,5% Europa de vest.

La nivelul exploatării actuale, aceste rezerve ar ajunge pentru 38 de ani. Se apreciază că, chiar în cazul unei intensificări a extracţiei, rezervele de ţiţei ar ajunge cîteva decenii. Din aceasta nu trebuie însă să rezulte că în acest timp rezervele s-ar epuiza. An de an aceste rezerve cresc, prin descoperirea de noi rezerve. Dacă se face o legătură între rezerve şi exploatare, se vede că în 1945 abia ajungeau rezervele pentru 20 ani, ca în 1959 acestea să ajungă pentru 41 ani, deci în fiecare an se descoperă mai multe rezerve decît cele care se epuizează. Rezultă că atîta vreme cît există această tendinţă, nu poate fi vorba de epuizarea totală a rezervelor.

Este sugestivă tabela bilanţului energetic mondial între anii 1913 şi 1959, din care reiese ponderea diferitelor resurse energetice. În 1913, cărbunii acopereau 94,8%, ţiţeiul 5,2%, gazele naturale sub 3,8%, apa sub 4,6% din energia totală, pentru ca în 1959 situaţia să se prezinte astfel: la cărbuni se observă o scădere la 49,5%, la ţiţei o creştere la 31,8%, la gaz natural o creştere la 12,5%, iar la apă o creştere la 6,2%.

Statistica producţiei mondiale de ţiţei în anul 1961 este redată într-o tabelă, din care reiese (ţări cu peste 9 mil. t/an):

Ţara	Producţia, mil. t	Rezerve cunoscute, mil. t	Numărul sondelor productive	Producţie pe sondă, t/zi	% din producţia mondială
S.U.A.	353,7	4 786	600 000	1,6	31,30
U.R.S.S.	166,0	4 452	?	?	14,69
Venezuela	154,8	2 554	9 866	43,0	13,70
Kuwait	82,7	8 547	374	605,9	7,94
Iran	69,8	4 733	109	1 735,0	6,17
Arabia Saudită	68,0	7 036	216	862,8	6,02
Irac	49,0	3 576	96	1 399,0	4,34
Canada	31,1	687	17 421	4,9	2,76
Indonezia	21,7	1 289	2 421	24,6	1,92
Algeria Sah.	15,7	710	292	144,0	1,36
Mexico	15,1	352	2 509	16,4	1,33
Argentina	12,3	343	5 401	6,2	1,09
R.P. Romînă	11,2	134	?	?	1,00
Arabia z. neutr.	9,4	877	196	131,1	0,83

O hartă a continentelor arată răspîndirea regiunilor de ţiţei şi gaze pe tot globul.

În acelaşi capitol se arată răspîndirea zăcămintelor de ţiţei, cu rezervele cunoscute şi rezervele de prognoză, în toate ţările. R.P. Romînă este cuprinsă în subcapitolul cu ţările din Europa centrală şi de vest. Se arată că cele mai mari terenuri petroliere sînt cele din Ploieşti şi Cîmpina.

De asemenea, în tabelă se arată producţia de gaze naturale în 1960:

S.U.A. cu o producţie de	371,0 Gm^3
U.R.S.S. cu o producţie de	47,2 Gm^3
Canada cu o producţie de	14,7 Gm^3
Arabia Sd. cu o producţie de	7,5 Gm^3
Romînia cu o producţie de	6,8 Gm^3
Italia cu o producţie de	6,4 Gm^3
etc.	

În capitolul patru se redau cele două teorii privind originea şi formarea ţiţeiului şi a gazelor. Se stăruie în mod deosebit asupra originii organice a ţiţeiului.

În capitolul următor se descrie roca-mamă şi roca-magazin. În partea privind migraţiunea se expun diferitele teorii şi calcule asupra acestui fenomen.

Capitolele următoare cuprind partea cea mai dezvoltată a lucrării, care redă diversele formaţiuni geologice ale zăcămintelor unde poate apărea ţiţeiul. Energia de zăcămînt este în mod deosebit prezentată şi explicată.

În mod amănunţit sînt descrise formaţiunile geologice, rocile, zăcămintele din regiunile petroliere ale Germaniei de vest, şi îndeosebi, ale Germaniei de est.

Sînt citate, numai ca exemple, zăcăminte şi formaţiuni geologice din afara Germaniei: U.R.S.S., S.U.A., Venezuela, Iran etc.

Fiecare capitol este însoţit de o bibliografie bogată. Este de reţinut că din R.P. Romînă nu se citează autori şi lucrări de specialitate, numai în capitolul literaturii geologiei petrolului se citează revista „Petrol şi gaze" Bucureşti-Romînia.

Cartea „Geologia petrolului" de Meinhold este un îndreptar tehnic şi ştiinţific în domeniul respectiv foarte util geologilor şi petroliştilor din sectorul foraj-extracţie, proiectanţilor şi studenţilor din învăţămîntul superior.

Revista PETROL şi GAZE, organ a Ministerului Industriei Petrolului şi Chimiei şi al Consiliului Naţional al Inginerilor şi Tehnicienilor din R.P.R (C.N.I.T.) Redacţia: Bucureşti, str. Ion Ghica, nr. 3, raion Tudor Vladimirescu, telefon 16.78.78 Revista este editată de Centrul de documentare al industriei petrolului şi chimiei. Abonamentele pentru biblioteci, cabinetele tehnice, individuale se pot achita în numerar sau în contul nostru de virament: Centrul de documentare al industriei petrolului şi chimiei — sectorul publicaţiilor tehnice — telefon 13.52.23, Bd. N. Bălcescu, nr. 16, raion 30 Decembrie, cont 136402 — 17 B.R.P.R., Filiala 30 Decembrie, Bucureşti. Tarif pentru întreprinderi lei 100 anual; tarif pentru abonamentele individuale: lei 30 anual. Preţul unui exemplar: lei 5. Taxele poştale plătite în numerar conform aprobării D.G.P. Tc. nr.560/11 759/1962. Tiparul: Întreprinderea Poligrafică Informaţia, Bucureşti — c. 4131

MŰSZAKI KÖNYVTÁRES DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT 1885

43103

ULEIURI LUBRIFIANTE ROMÎNEȘTI DE CALITATE SUPERIOARĂ

LIVRARE PROMPTĂ **CONDIȚII AVANTAJOASE**

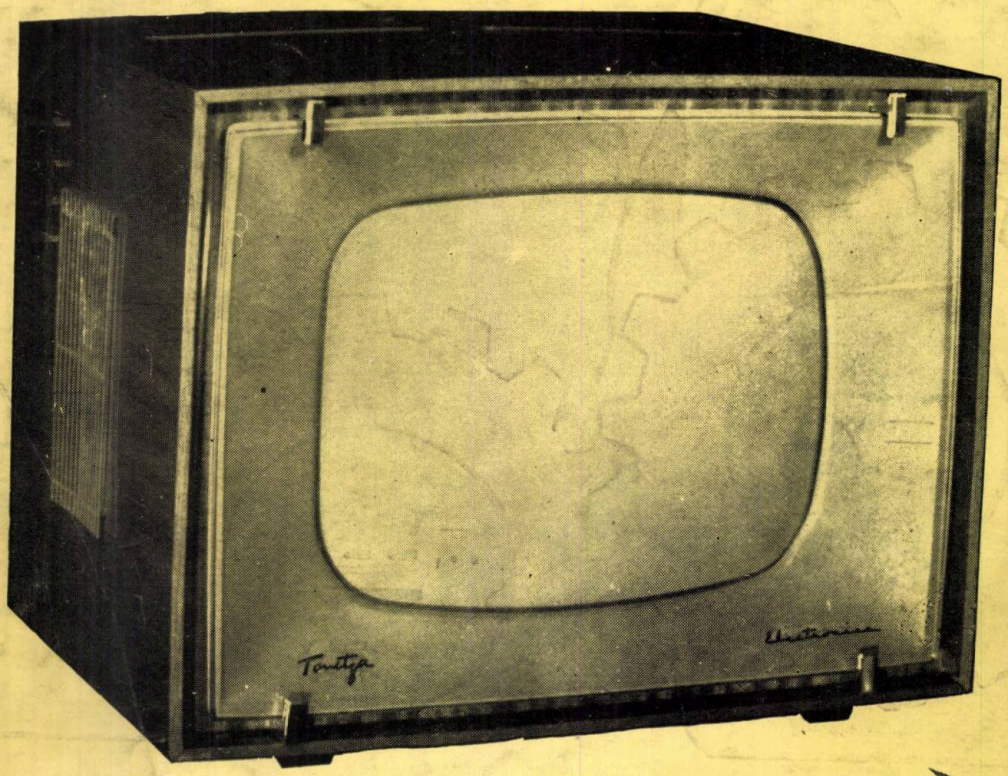
— ULEIURI CU SAU FĂRĂ ADITIVI pentru motoare cu ardere internă, cu o bună stabilitate în condiții variate de temperatură, redată prin indicele de vîscozitate Dean Davis de minimum 90.
— ULEI DE TURBINĂ caracterizat prin condiții mari de stabilitate chimică și o capacitate înaltă de dezemulsionare.
— ULEIURI PENTRU TRANSFORMATOARE ȘI COMUTATOARE ELECTRICE cu o mare stabilitate chimică și puncte joase de congelare, care servesc atît ca izolanți cît și ca intermediari de răcire.
— ULEIURI PENTRU MAȘINI CU ABUR SATURAT ȘI SUPRAÎNCĂLZIT cu temperaturi mari de inflamabilitate.
— ULEIURI INDUSTRIALE destinate ungerii diferitelor mașini care lucrează în regim moderat de temperatură.
— ULEIURI TEXTILE cu congelări joase și vîscozitate mică.

Exportă:

PETROLEXPORT

BD. 6 MARTIE NR. 42, BUCUREȘTI — ROMÎNIA
TEL. 15.70.17 ● TELEX: 266

„Tonitza"



- *Un televizor realizat cu circuite imprimate.*
- *Linie elegantă; stabilitate remarcabilă în funcționare.*
- *Imagine de înaltă calitate.*
- *Comutator de canale cu 12 poziții*
- *Diagonala ecranului de 43 cm*
- *16 tuburi electronice + 2 diode cu germaniu + 2 diode cu seleniu*
- *Tensiunile de alimentare: 120 V și 220 V*

PRODUS DE UZINELE

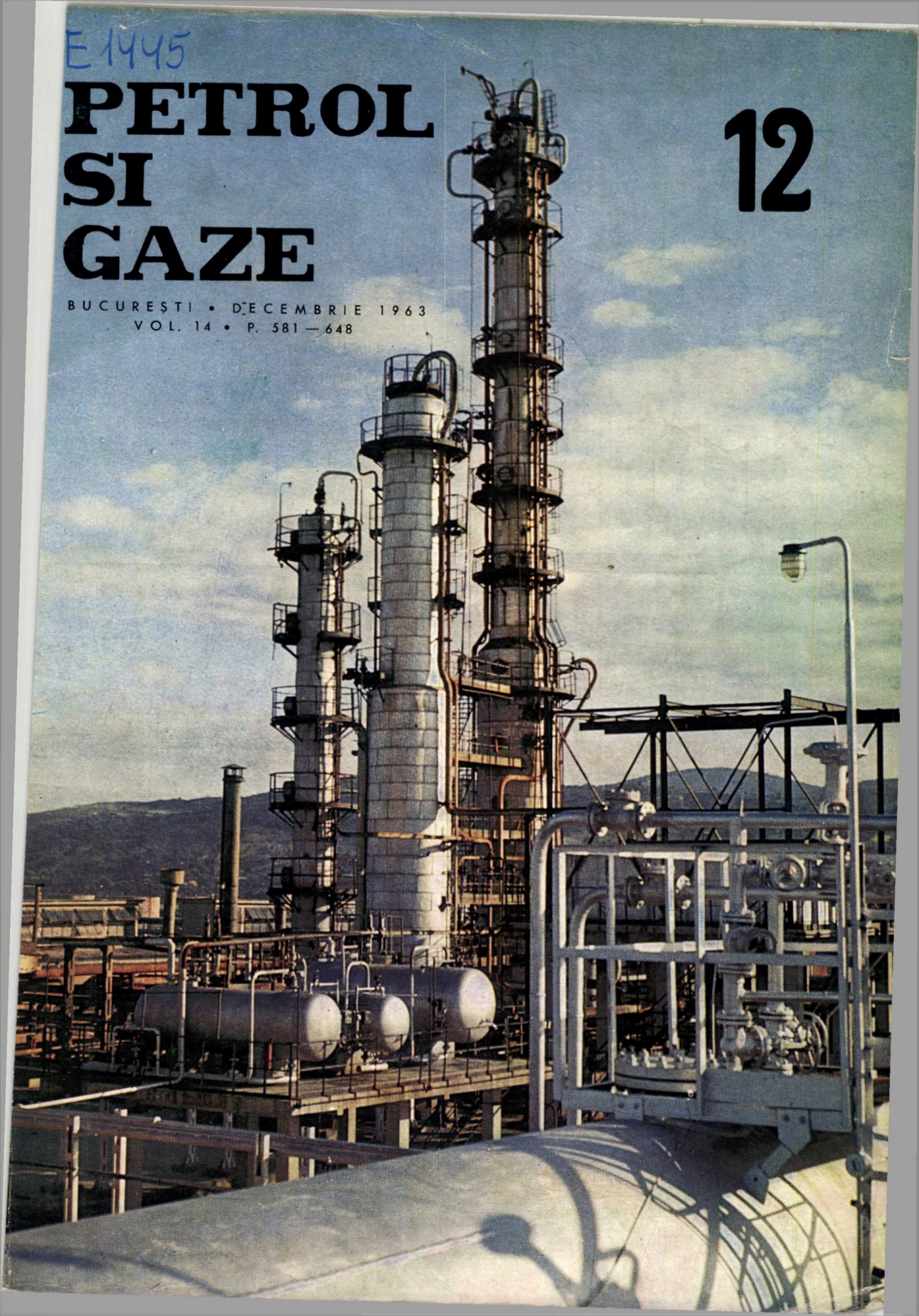
Electronica

E 1445

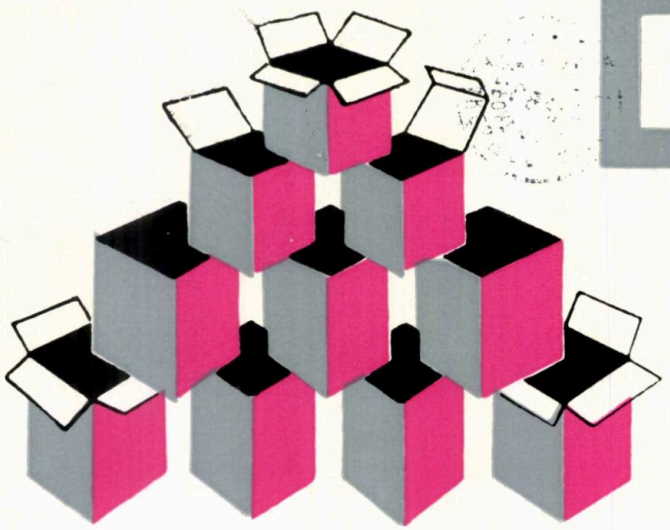
PETROL SI GAZE

12

BUCUREȘTI • DECEMBRIE 1963
VOL. 14 • P. 581—648



IMPREGNANȚI ROMÎNEȘTI
DE CALITATE SUPERIOARĂ



PARAFINĂ TRANSPARENTĂ:

Punct de topire, °C	52/54	56/58	58/62
Conținut de ulei ASTM max., %	0,5	0,5	0,5

C E R E Z I N Ă

BITUM INDUSTRIAL

(PENTRU CONSTRUCȚII DE DRUMURI)

	C	D	parafinos
Punct de înmuiere I și B °C min.	90	85	85
Conținut de parafină (cu punct de topire min. 45°C) max.	2	2	6

Exportă:

PETROLEXPORT

BD. 6 MARTIE NR. 42 • BUCUREȘTI — ROMÎNIA

TEL. 15.70.17 • TELEX: 266

PETROL SI GAZE

ORSZÁGOS MŰSZAKI KÖNYVTÁR ÉS DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT 1883

	Pag.
N. BALTEŞ: **Dinoflagellate şi Hystrichosphaeride cretacice din Platforma moezică**	581—597
F. LANGA şi I. CASIAN: **Studiul experimental pe mulajul spaţiului poros al unor roci colectoare din zăcăminte de hidrocarburi din R.P.R.**	598—602
D. CONSTANTINESCU şi N. MEREANU: **Folosirea raţională a puterii hidraulice la sape**	603—609
N. DRAGOTESCU şi V. ROSEN: **Propuneri în vederea îmbunătăţirii separatoarelor de ţiţei şi gaze folosite în R.P.R.**	610—622
E. DIAMANDESCU şi D. BOBRIC: **Sicativi**	623—628
Şt. TEODORESCU şi M. NICOLESCU: **Elemente de calcul al rezistenţei vaselor sferice de presiune**	629—638
CRONICĂ	639
DOCUMENTARE	639—642
RECENZII	642—643
SCURTE ŞTIRI	643

COMITETUL DE REDACŢIE

Ing. I. NICULESCU, Laureat al Premiului de Stat, redactor responsabil, ing. GH. ALDEA, ing. I. COSTESCU, ing. V. COVRIG, dr. ing. N. CRISTEA, Laureat al Premiului de Stat, dr. ing. AL. DRĂGAN, ing. I. ISTRATE, ing. G. PACOSTE, ing. N. ROŞCA, ing. I. TOCAN, candidat în ştiinţe tehnice, şi ing. A. ZBEREA.

Fotografia de pe copertă reprezintă instalaţia de absorbţie şi fracţionare de gaze de la Rafinăria Oneşti.

содержание

Н. БАЛТЕШ: **Меловые Dinoflagellatae и hystrichosphaeridae в Мезийской Платформе** ..... 581—597

Ф. ЛАНГА и И. КАСЬЯН: **Экспериментальное исследование коллекторных горных пород из румынских углеводородных залежей, на модели пористого пространства** ..... 598—602

Д. КОНСТАНТИНЕСКУ и Н. МЕРЯНУ: **Рациональное использование гидравлической мощности на долоте** ..... 603—609

Н. ДРАГОТЕСКУ и В. РОЗЕН: **Предложения в целях улучшения используемых в Румынии нефтегазовых сепараторов** ..... 710—622

Е. ДИАМАНДЕСКУ и Д. БОБРИК: **Сиккативы** ..... 623—628

Ш. ТЕОДОРЕСКУ и М. НИКОЛЕСКУ: **Расчётные элементы механического сопротивления напорных сферических сосудов** ..... 629—638

ХРОНИКА 639

ДОКУМЕНТАЦИЯ ..... 639—642

РЕЦЕНЗИИ ..... 642—643

Н. БАЛТЕШ: **Меловые Dinoflagellatae и hystrichosphaeridae в Мезийской Платформе.**

Настоящая работа является первым систематическим изучением распределения ряда меловых Dinoflagellatae и hystrichosphaeridae в Румынии.

Приводятся общие замечания относительно таксономии этих микроокаменелостей, а также состояние их исследования за рубежом и в Румынии.

Приводятся сведения относительно метода работы, обработанного материала и стратиграфии исследованных отложений.

Дается таксономическое описание видов, их стратиграфическая частота и характерные ассоциации по образованиям.

Petrol şi Gaze 14 № 12, 1963 стр. 581—597
ДК 665.51 : 622.1 : 553.982

Ф. ЛАНГА и И. КАСЬЯН: **Экспериментальное исследование коллекторных горных пород из румынских углеводородных залежей, на модели пористого пространства.**

После краткой характеристики коллекторных горных пород, авторы описывают способ с помощью которого они изготовили модели пористого пространства на ряде образцов породы, собранных в различных румынских углеводородных месторождениях, метод классификации моделей и заключения относительно вида модели и физических свойств пород.

Petrol şi Gaze 14, № 12, 1963 стр. 598—602
ДК 553.983 : 665.51 : 622.1

Д КОНСТАНТИНСКУ и Н. МЕРЯНУ: **Рациональное использование гидравлической мощности на долоте.**

Наряду с другими функциями, буровая жидкость служит также для удаления разрушенной породы с забоя скважины (функция „промывки"). Система обратной промывки, применяемая на новейших типах долот, улучшает промывку как таковую и кроме того позволяет использовать гидравлическую энергию буровой жидкости для разрушения горных пород (функция „струйного бурения"). В рамках анализа этих двух функций буровой жидкости, вносятся предложения по целесообразному использованию гидравлической мощности на буровых долотах.

Petrol şi Gaze 14, № 12, 1963 стр. 603—609
ДК 622.243.44 : 622.051

Ш. ТЕОДОРЕСКУ и М. НИКОЛЕСКУ: **Расчетные элементы сопротивления напорных сферических сосудов.**

Статья является продолжением работы опубликованной в № 9/1963 журнала „Петрол и газе". В ней рассматриваются элементы расчета сопротивления, включительно расчёт нагрузок сферических напорных резервуаров, установленных на опорах расположенных в экваториальном сечении.

В статье иллюстрируется конкретное применение изложенных методов применительно к резервуару для хранения нормального бутана объемом 2 000 м^3.

Petrol şi Gaze 14 № 12, 1963 стр. 629—638
ДК 621.595

inhaltsverzeichnis

N. BALTEȘ : **Dinoflagellata und Hystrichosphäriden der Kreidezeit in der Moesischen Plattform** 581–597

F. LANGA und I. CASIAN : **Experimentelles Studium am Abdruck des porösen Teils der Speichergesteine in Kohlenwasserstofflagerstätten der RVR** 598–602

D. CONSTANTINESCU und N. MEREANU : **Die rationelle Nutzung der hydraulischen Kraft am Bohrmeissel** 603–609

N. DRĂGOTESCU und V. ROSEN : **Vorschläge zur Verbesserung der in der RVR verwendeten Öl- und Gasseparatoren** 610–622

E. DIAMANDESCU und D. BOBRIC : **Sikkative** 623–628

ST. TEODORESCU und M. NICOLESCU : **Elemente der Festigkeitsberechnung für Kugeldruckbehälter** 629–638

CHRONIK 639

DOKUMENTATION 639–642

BUCHBESPRECHUNGEN 642–643

N. BALTEȘ : **Dinoflagellata und Hystrichosphäriden der Kreidezeit in der Moesischen Plattform.**

Der vorliegende Aufsatz stellt die erste systematische Studie über die Verteilung der aus der Kreidezeit stammenden Dinoflagellata und Hystrichosphäriden in der RVR dar.

Es werden allgemeine Bemerkungen über die Abschätzung dieser Mikrofossilien und über Stand ihrer Erforschungen im In- und Ausland gemacht.

Es folgen Angaben über das Arbeitsverfahren, das verarbeitete Material und die Schichtung der untersuchten Lagerstätten.

Ferner werden die Arten vom taxonomischen Standpunkt aus beschrieben und die Schichtverteilung und charakteristischen Zusammensetzungen in den Lagerstätten dargelegt.

Petrol și Gaze 14, H. 12, 1963, S. 581–597
DK 665. 51 : 622.1 : 553.982

F. LANGA und I. CASIAN : **Experimentelles Studium am Abdruck des porösen Teils der Speichergesteine in Kohlenwasserstofflagerstätten der RVR.**

Nach einer kurzen Charakterisierung des Speichergesteins, beschreiben die Verfasser das Verfahren durch den Abdruck des porösen Teils an mehreren Gesteinsproben die aus verschiedenen Kohlenwasserstofflagerstätten der RVR gewonnen wurden, sowie das Klassifikationsverfahren dieser Abdrucke. Sodann werden die Schlussfolgerungen dargelegt, zu denen man hinsichtlich des Aussehens der Abdrucke und der physikalischen Eigenschaften der Gesteine gelangt ist.

Petrol și Gaze 14, H. 12, 1963, S. 598–602
DK 553.983 : 665.51 : 622.1

D. CONSTANTINESCU und N. MEREANU : **Die rationelle Nutzung der hydraulischen Kraft am Bohrmeissel.**

Die Bohrflüssigkeit dient unter anderem auch zur Beseitigung des Bohrkleins von der Bohrlochsohle.

Das System der Aussenspülung, das bei modernen Bohranlagen verwendet wird, verbessert die eigentliche Spülung und ermöglicht darüber hinaus die Verwendung der hydraulischen Energie der Bohrflüssigkeit beim Ausheben des Gesteins.

Die Verfasser untersuchen diese beiden Funktionen der Bohrflüssigkeit erarbeiten Vorschläge zur rationelleren Nutzung der hydraulischen Kraft am Bohrmeissel.

Petrol și Gaze 14, H. 12, 1963 S. 603–609
DK 622.243.44 : 622.051

St. TEODORESCU und M. NICOLESCU : **Elemente der Festigkeitsberechnung für Kugeldruckbehälter.**

Der Aufsatz ist eine Fortsetzung des im Heft 9/1963 der Zeitschrift „Petrol și Gaze" veröffentlichten Beitrags und legt die Elemente für die Berechnung der Festigkeit und der Belastungen für die Kugeldruckbehälter im Äquatorialschnitt dar.

Der Aufsatz schliesst mit einer konkreten Anwendung der dargelegten Verfahren für 2 000 m^3 Behälter für Normalbutan.

Petrol și Gaze 14, H. 12, 1963, S. 629–638
DK 621.595

Sommaire

N. BALTEŞ : **Les dinoflagellés et les hystrichosphérides crétaciques de la plate-forme mésienne** 581–597

F. LANGA et I. CAŞIAN : **Étude expérimentale sur le moulage de l'espace poreux de certaines roches collectrices des gisements d'hydrocarbures de la R.P.R.** 598–602

D. CONSTANTINESCU et N. MEREANU : **L'utilisation rationnelle de la puisance hyidraulique dans le domaine des trépans** 603–609

N. DRĂGOTESCU et V. ROSEN : **Propositions destinées à l'amélioration des séparateurs de pétrole brut et de gaz utilisés dans la R.P.R.** 610–622

E. DIAMANDESCU et D. BOBRIC : **Sicatifs** 623–628

ST. TEODORESCU et M. NICOLESCU : **Éléments de calcul de résistance pour les vases sphériques de pression** 629–638

CHRONIQUE 639

DOCUMENTATION 639–642

COMPTES RENDUS 642–643

N. BALTEŞ : **Les dinoflagellés et les hystrichosphérides crétaciques de la plate-forme mésienne**

Cet ouvrage constitue la première étude systématique de la répartition de certains dinoflagellés et hystrichosphérides crétaciques de la R.P.R.

On fait des observations générales sur la taxonomie de ces microfossiles, ainsi que sur le stade de la recherche à l'étranger et dans la R.P.R.

La présentation des données sur la méthode de travail, le matériel étudié et la stratigraphie des dépôts est suivie par la description taxonomique des espèces, leur occurence stratigraphique et les associations caractéristiques par formations.

Petrol şi Gaze 14 nr. 12, 1963, p. 581–597
CD. 665.51 : 622.1 : 553.983

F. LANGA et I. CAŞIAN : **Étude expérimentale sur le moulage de l'espace poreux de certaines roches collectrices des gisements d'hydrocarbures de la R.P.R.**

Après une brève caractérisation des roches collectrices, les auteurs présentent le procédé qui leur a permis de réaliser des moulages de l'espace poreux sur plusieurs échantillons de roches prélevés sur divers gisements d'hydrocarbures de la R.P.R., la méthode de classification de ces moulages et les conclusions concernant l'aspect du moulage et les propriétés physiques des roches.

Petrol şi Gaze 14, nr. 12, 1963 p. 598–602
C.D. 553.983 : 665.51 : 622.1

D. CONSTANTINESCU et N. MEREANU : **L'utilisation rationnelle de la puissance hydraulique dans le domaine des trépans.**

Le fluide de forage remplit, entre autres, l'importante fonction d'évacuation de la roche broyée du fond du sondage (fonction de „lavage"). Le système de lavage extérieur appliqué aux trépans d'une construction moderne améliore le lavage proprement dit donnant, de plus, la possibilité de l'application de l'énergie hydraulique du fluide de forage à l'effet de dislocation des roches (la fonction de „forage à jet").

En analysant ces deux fonctions du fluide de forage, on fait des propositions concernant l'utilisation rationnelle de la puissance hydraulique aux trépans de forage.

Petrol şi gaze 14, nr. 12 1963 p. 603–609
C.D. 622.243.44 : 622.051

St. TEODORESCU et M. NICOLESCU : **Éléments de calcul de résistanee pour les vases sphériques de pression.**

L'article constitue la suite de celui publiè dans la revue „Petrol şi Gaze" nr. 9/1963. Il développe les éléments de calcul de résistance y compris de calcul des sollicitations pour les réservoirs sphériques de pression soutenus par des piliers en section équatoriale.

Les méthodes de calcul sont présentées systématiquement et schématiquement.

Les développements théoriques de la base de calcul furent effectués seulement dans la mesure où ils étaient exigés par une plus grande clarté.

En conclusion, l'article contient l'application concrète des méthodes exposées, au cas d'un réservoir de butane de 2 000 m^3.

Petrol şi Gaze, 14 nr. 12, 1963, p. 629–638
C.D. 621.595

contents

N. BALTEȘ: **The Cretaceous dinoflagellatae and hystrichosphaeridae of the Moesian platform** ... 581–597

F. LANGA and I. CASIAN: **Experimental study on the mould of the porous space of some collecting rocks in the hydrocarbon deposits of the R.P.R.** ... 598–602

D. CONSTANTINESCU and N. MEREANU: **The rational utilization of the hydraulic power in drilling bits** ... 603–609

N. DRĂGOTESCU and V. ROSEN: **Some suggestions meant to improve the crude oil and gas separators used in the R.P.R.** ... 610–622

E. DIAMANDESCU and D. BOBRIC: **Siccatives** ... 623–628

ST. TEODORESCU and M. NICOLESCU: **Some strength calculation elements for spherical pressure reservoirs** ... 629–638

CHRONICLE ... 639

DOCUMENTATION ... 639–642

REVIEWS ... 642–643

N. BALTEȘ: **The Cretaceous dinoflagellatae and hystrichosphaeridae of the Moesian platform**

This work constitutes the first systematic study concerning the distribution of some Cretaceous dinoflagellatae and hystrichospheridae of the R.P.R.

Some general observations are made regarding the taxonomy of these microfossils and the stage of related studies in the R.P.R. and abroad.

The data on the working method, processed material and stratigraphy of the deposits studied are followed by the taxonomic description of species, their stratigraphic occurence and characteristic associations by formations.

Petrol și Gaze, 14, nr. 12, 1963 p. 581–597
D.C. 665.51 : 622.1 : 553.982

F. LANGA and I. CASIAN: **Experimental study on the mould of the porous space of some collecting rocks in the hydrocarbon deposits of the R.P.R.**

After briefly characterizing the collecting rocks, the authors describe how they achieved some moulds of the porous space on several rock samples taken from different hydrocarbon deposits of the R.P.R.

Some information is then given concerning the classification method of these moulds and the conclusions concerning the aspect of moulds and the physical properties of rocks.

Petrol și Gaze 14, nr. 12, 1963 p. 598–602
D.C. 553.983 : 665.51 : 622.1

D. CONSTANTINESCU and N. MEREANU: **The rational utilization of the hydraulic power in drilling bits.**

One of the important functions perforned by the drilling fluid consists in evacuating the crushed rock from the bottom of the well (The „washing" function). The external washing system applied to modern bit constructions improves the washing itself furthermore giving the possibility of applying the hydraulic power of the drilling fluid to the effect of rock dislocation „(jet drilling" function).

Based on the analysis of these two functions of the drilling fluid, some suggestions are made for the rational use of the hydraulic power in drilling bits.

Petrol și Gaze 14, nr. 12, 1963 p. 603–609
D.C. 622.243.44 : 622.051

St. TEODORESCU and M. NICOLESCU: **Some strength calculation elements for spherical pressure reservoirs**

The article is a continuation of the paper published in the issue No. 9/1963 of our periodical. One develops some strenght calculation elements including the calculus of stresses undergone by spherical pressure reservoirs supported by pilars in the equatorial section.

A practical application of the methods described to the case of a 2 000 cu m butane reservoir concludes the paper.

Petrol și Gaze 14, nr. 12, 1963 p. 629–638
D.C. 621.595

Pour la construction de FABRIQUES CHIMIQUES et PÉTROCHIMIQUES

Grâce aux instituts sépcialisés et aux usines de la R.P.R., assure l'exécution sur place, en laboratoire et dans des stations-pilote, de recherches concernant les matières premières en vue d'établir le procédé technologique optimum.

Elabore les projets nécessaires.

Assure la livraison, à bref délai, d'outillages de qualité supérieure.

Le montage et la mise en route des installations, ainsi que la formation des cadres chargés de les desservir sont effectués par des spécialistes roumains hautement qualifiés.

ENTREPRISE D'ETAT POUR LE COMMERCE EXTERIEUR

INDUSTRIALEXPORT

RÉPUBLIQUE POPULAIRE ROUMAINE BUCAREST

Bucarest
ROUMANIE
RUE GABRIEL PÉRI, 2
TELEX. 224 • TELEPHONE: 116

installations de forage modernes, rapides et à grand rendement

Destinées au forage des puits de pétrole brut et de gaz pour grandes, moyennes et faibles profondeurs.

INSTALLATION 4 DH-315
pour forage à 6 000—7 000 m avec tiges de $4\frac{1}{2}''$

INSTALLATION 3 DH-200
pour forage à 4 500—5 000 m avec tiges de $4\frac{1}{2}''$

INSTALLATION 4 LD-150 B
pour forage à 3 200 m avec tiges de $4\frac{1}{2}''$

INSTALLATION 2 DH-75 A
pour forage à 2 000 m avec tiges de $4\frac{1}{2}''$

INSTALLATION T-50 A
pour forage à 1 200 m avec tiges de $4\frac{1}{2}''$

INSTALLATION S-25
pour forage de structure jusqu'à 1 200 m avec tiges de $2\frac{7}{8}''$

Assistance technique pour le montage, la mise en fonction et l'exploitation des installations.

PETROL
SI
GAZE

ANUL XIV Nr. 12 DECEMBRIE 1963
ORGAN AL MINISTERULUI INDUSTRIEI PETROLULUI
ŞI CHIMIEI ŞI AL CONSILIULUI NAŢIONAL AL
INGINERILOR ŞI TEHNICIENILOR DIN R. P. R.

N. BALTEŞ

Dinoflagellate şi Hystrichosphaeride cretacice din Platforma moezică

Necesitatea investigării unor depozite din R.P.R. variate ca vîrstă geologică şi litofacies a dus la amplificarea metodelor de laborator pentru obţinerea de elemente stratigrafice reper. În acest sens, un rol important l-a avut micropaleontologia, care a pus la dispoziţia geologilor, în ultimul timp, noi tipuri de microfosile, cum sînt: silicoflagellatele, chitinozoarele, conodontele, scolecodontele din domeniul microfaunei sau diatomeele, dinoflagellatele şi hystrichosphaeridele din cel al microflorei. Ultimele două categorii, fără să facă obiectul unor cercetări speciale, au fost deseori întîlnite în preparatele noastre palinologice, fiind consemnate ca atare. Din cumularea datelor de analiză, precum şi din cele din literatura de specialitate, a reieşit că ele pot fi utilizate în corelările stratigrafice, în anumite segmente fiind factorul exclusiv. Prin ecologia lor, unii cercetători sînt tentaţi să le acorde un rol deosebit în delimitarea geografică a zonelor de acumulare maximă a materiei organice în procesul formării petrolului.

Prezenta lucrare îşi propune să facă o trecere în revistă a unor astfel de microfosile din cuprinsul unor depozite cretacice explorate în Platforma moezică, atrăgînd atenţia celor interesaţi asupra posibilităţilor de utilizare practică a acestora.

1. NOŢIUNI GENERALE TAXONOMICE

Întîlnite întîmplător în preparatele microfloristice încă cu peste treizeci de ani în urmă, aceste microfosile au oferit paleontologilor un vast şi interesant cîmp de activitate atît în ceea ce priveşte utilizarea lor practică cît şi încadrarea în sistematica naturală. Dacă în prima categorie de lucrări s-au făcut progrese remarcabile, în cea de-a doua nu poate fi vorba de o rezolvare definitivă. Hystrichosphaeridele au suscitat cele mai multe discuţii, caracterele lor mixte situîndu-le în zona de interferenţă a regnului vegetal cu cel animal. Dinoflagellatele se pare că întrunesc în momentul de faţă majoritatea opiniilor referitoare la apartenenţa lor fitogenetică.

Dinoflagellatele. Reprezintă o clasă din subîncrengătura *Flagellata*, încrengătura *Rhyzoflagellatelor*, constituind, în anumite condiţii, populaţii de o densitate apreciabilă; aceste microorganisme cu dimensiuni ce uneori trec de 100 microni sînt prezente în apele tuturor oceanelor, avînd un important rol în componenţa planctonului. Exemplarele vii au o morfologie

specifică foarte complexă, care se păstrează în stare fosilă numai într-o mică măsură. Totuşi membrana exterioară, iniţial celulozică, a suferit transformări chimice de aşa natură încît şi-a putut conserva anumite detalii morfologice, suficiente pentru separarea a numeroase genuri şi specii fosile. Elementul esenţial în recunoaşterea lor, în afara formei şi a unor anexe particulare, îl constituie prezenţa a două adînciturі (brazde), una ecuatorială şi alta longitudinală, ultima, de obicei, foarte greu vizibilă. Învelişul protector al celulei (theca) este divizat într-un număr de suprafeţe poligonale, denumite plăci, care determină prin numărul şi aranjamentul lor o tabulaţie (fig. 1) de o deosebită importanţă taxonomică. Morfologia

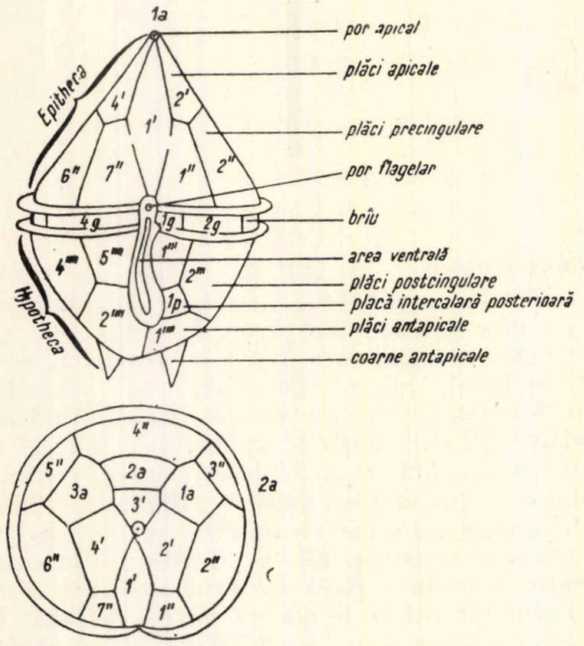


Fig. 1. Terminologia şi tabulaţia dinoflagellatelor (după W. Evitt):

1 a — vedere ventrală; *2 a* — vedere apicală.

dinoflagellatelor, după care acestea au fost clasificate, este în general destul de complicată, fiind greu de observat la tipurile fosile. Pentru detalii asupra morfologiei se pot consulta lucrările lui Lebour (1925), Graham (1951), Chatton (1952) şi Evitt (1961).

Clasificate după acest criteriu, dinoflagellatele au fost împărţite în Ord. *Adinidea*, cu brazde nedefinite sau fără (necunoscute în stadiul fosil) şi Ord. *Diniferidea* cu brazde bine conturate. Acest ordin care prezintă interes pentru micropaleontologi se împarte, la rîndul său, în numeroase familii, fiecare fiind caracterizată de o anumită formă, dimensiune, ornamentaţie a epitecii.

În ceea ce priveşte evoluţia acestor microorganisme, în general, se cunosc puţine lucruri. Interesante sînt constatările legate de durabilitatea lor în timp. Astfel, s-au întîlnit genuri ca : *Gymnodinium* Stein, *Gonyaulax* Diesing, *Peridinium* Ehr., sau chiar specii, ca : *Peridinium conicum* Ehr,. extrem de persistente, fiind citate de specialişti în majoritatea depozitelor cu caracter marin, începînd din malm pînă în prezent. În sens opus, s-au identificat tipuri cu morfologie particulară, adesea cu mult în afara cadrului sistematicii actuale, caracteristice pentru anumite epoci, ca genurile : *Nannoceratopsis* Defl., pentru jurasic, *Hystrichodinium* Defl., *Ctenidodinium* Defl., pentru cretacic, sau *Deflandrea* Eis., pentru senonian—palogen, şi *Wetzeliella* Eis., pentru paleongen—miocen.

Hystrichosphaeridele. Constituie un grup de microorganisme care nu au încă o poziţie sistematică precisă. Din necesităţi metodologice au fost încadrate în grupul „*Incertae sedis*". Ulterior, această titulatură s-a restrîns numai pentru o parte din Hystrichosphaeride. Aspectul lor particular nu se regăseşte decît într-o mică măsură la unele forme de Protişti primitivi sau în anumite stadii de reproducere (spori, ouă) ale Metafitelor sau Metazoarelor, fapt care nu îndreptăţeşte o clasificare în acest sens.

Corpul lor, în general sferic, cu diametrul cuprins între 40 şi 100 microni, este ornamentat cu braţe, simple sau divizate, scurte sau lungi, libere sau prinse într-o reţea, groase sau foarte fine, în număr variabil.

Prima încercare de clasificare o face Wetzel, care, studiind depozite cretacice, creează în 1933 familia Hystrichosphaeridea. În ultimul deceniu, determinîndu-se o mare cantitate de astfel de microorganisme foarte variate ca organizare morfologică, vechile criterii de clasificare au devenit necorespunzătoare, impunîndu-se reconsiderarea lor.

1.1. Stadiul de cercetare

Din frecvenţa şi amploarea lucrărilor de specialitate din ultimul timp se constată un puternic avînt în cercetarea mai ales sub raport stratigrafic a Dinoflagellatelor şi Hystrichosphaeridelor. Pe lîngă cercetătorii din perioada de pionierat, ca : Ehremberg, Eisenack, Wetzel, Deflandre, care au creat adevărate şcoli în această direcţie, s-au ridicat numeroşi micropaleontologi, care s-au consacrat parţial sau total studierii microfosilelor de mai sus, cum sînt : Cookson (Australia), Sarjeant (Anglia), Romanova (U.R.S.S.), Norem (S.U.A.), Deunff (Franţa), Gocht (R. F. Germană) şi alţii.

Cele mai numeroase lucrări referitoare la Dinoflagellate au avut ca material geologic probe în special din depozitele jurasice şi cretacice, selectate în funcţie de diverse necesităţi. Cu foarte puţine excepţii, majoritatea studiilor s-au desfăşurat pe succesiuni stratigrafice mici, astfel că o caracterizare a unor depozite larg dezvoltate pe verticală în aceeaşi

regiune întîmpină serioase dificultăți. Unii cercetători, apreciind în mod mecanic această situație, consideră eficientă utilizarea Dinoflagellatelor numai în asociație cu alte microfosile.

În depozitele terțiare cele mai numeroase lucrări se referă la paleogen și miocenul inferior. În ultimul timp, studiile s-au extins și asupra depozitelor paleozoice, momentul apariției Dinoflagellatelor fiind coborît pînă în carboniferian (Wetzel O.1953) și chiar mai jos, în cambrian (Leiosphaeridia Eis., 1958), în acest caz poziția lor taxonomică fiind nesigură.

Hystrichosphaeridele au făcut de asemenea obiectul a numeroase observații, începînd cu depozitele siluriene pînă în pliocen. Lucrări de o valoare deosebită au fost elaborate de G. Deflandre și colaboratorii pe un bogat material jurasic superior și cretacic. Acestuia îi revine și meritul deosebit al realizării unui fișier micropaleontologic, prima și de altfel singura încercare de sistematizare și descriere unitară a Hystrichosphaeridelor.

În țara noastră, Dinoflagellatele și Hystrichosphaeridele au fost deseori întîlnite și menționate ca elemente diagnostice în dogger și malm (D. Beju), cretacic și eocen (N. Balteș), oligocen, miocen și pliocen (N. Balteș și D. Beju). Cu toate acestea, ele nu au făcut obiectul unor studii speciale.

În lucrarea de față, unele determinări sînt provizorii din cauză că nu s-a dispus de absolut tot materialul documentar existent, nefiind exclusă posibilitatea unor sinonimii necunoscute nouă. În aceeași măsură este foarte posibil ca unele tipuri să reprezinte specii noi, deoarece nu au fost reperate în lucrările clasice și nici măcar în referirile bibliografice consacrate. Existența unor astfel de specii nu va putea fi deci consemnată ca atare decît cînd se va dispune de întreaga literatură de specialitate.

Utilizarea lucrărilor din literatura străină în cercetarea depozitelor din țara noastră, în cazul de față a celor cretacice, trebuie făcută cu prudență, deoarece ca și în cazul sporilor și polenului asociațiile păstrează specificul bazinului respectiv, în unele cazuri complet diferit de ale noastre, chiar la același nivel stratigrafic. Metoda cea mai eficace rămîne investigarea pe bazine de sedimentare ale căror depozite au fost orizontate anterior prin criterii cît mai sigure, de preferință paleontologice.

1.2. Material și metodă

Materialul analizat a provenit exclusiv din forajele efectuate între 1961 și 1963 în zonele M, R, O, C_1, C_2, H, G, C_3, B, V și S. Carotele au fost analizate în mod discontinuu, în funcție de necesitățile de foraj, astfel că obținerea rezultatelor și interpretarea lor s-au făcut prin cumularea periodică a observațiilor, și nu prin urmărirea unui anumit foraj sau grup de foraje. Circa 30 de carote, din totalul de 405 prelucrate, au fost localizate stratigrafic în mod cert prin macrofauna determinată de R. Mutiu. Aceasta ne-a permis realizarea unor etaloane extrem de utile, precum și corectarea, în vederea aplicării în țara noastră, a unor date din literatura străină de specialitate.

Aproximativ 200 de carote au conținut microfloră în amestec, 85 fiind abundente în Dinoflagellate și Hystrichosphaere (avînd peste 20 de exemplare la un gram de rocă) și permițînd bune interpretări statistice. Cele mai bogate asociații au fost extrase din marno-calcarele albiene și marnele cenomaniene, urmate de cele senoniene. Calcarele, cu toate că au fost supuse unui tratament special, au avut un conținut scăzut sau au fost sterile.

Cele mai multe analize (aprox. 230) s-au referit la depozitele albiene, urmate de cele senoniene, cenomaniene (parțial orizontate microfaunistic), neocomiene și vraconiene. Nu s-au analizat apțianul și turonianul.

1.3. Date sumare asupra stratigrafiei depozitelor cretacice

Depozitele cretacice reperate în Platforma moezică prin foraje prezintă, în general, un litofacies calcaros, avînd grosimi variabile care merg de la 300 m în zona anteclizei de la sud de București [7] pînă la aproape 2 000 m la est de Caracal.

Cretacicul inferior (neocomianul) transgresiv peste depozite ale malmului este caracterizat de o serie calcaroasă cu rare și fine intercalații pelitice. Pe baza macrofaunei [8] se presupune prezența valangianinului inferior, este dovedit hauterivianul, iar cu argumente mai puțin sigure se indică barremianul. Cu toate că se menționează bedulianul în forajul de la Atîrnați [9], apțianul nu a fost identificat. Albianul are o dezvoltare continuă pe toată întinderea platformei, fără însă a fi complet (lipsește partea inferioară). Cu același facies marno-calcaros s-a identificat vraconianul, peste care se dispun depozite cenomaniene, probabil turoniene și sigur senoniene (orizontate microfaunistic).

După senonian, probabil sub influența mișcărilor laramice, platforma este exondată cu mici intermitențe pînă în faza mișcărilor attice.

1.4. Metoda de lucru

Extragerea microfosilelor are la bază principiul clasic al preparării rocii pentru microfloră, care constă în esență din dezagregarea chimică a materialului (probei) și separarea fracțiunii organice. Din aceasta se selectează ulterior microorganismele urmărite.

Determinarea speciilor a avut la bază fișierul micropaleontologic al lui G. Deflandre [3]

completat cu alte lucrări privind diverse segmente stratigrafice cretacice. Pentru o mică parte din speciile cărora nu li s-au găsit corespondenţi în literatura consultată, s-au utilizat, cu caracter strict provizoriu, denumiri date de noi.

Interpretarea analizelor s-a făcut pe baza comparării cu asociaţiile-etalon. S-a căutat, în limita posibilităţilor, să se lucreze nu cu tipuri izolate, ci cu asociaţii, ţinîndu-se totdeauna seamă de aspectul cantitativ al speciilor în cuprinsul acestora.

S-au determinat în acest mod şase asociaţii caracteristice, alcătuite din 19 specii de Dinoflagellate şi 22 de Hystrichosphaeride.

2. DESCRIERE TAXONOMICĂ

Cu toate că depozitele cretacice din Platforma moezică sînt destul de bine reprezentate, se vor prezenta aici numai Dinoflagellatele şi Hystrichosphaeridele extrase din carote orizontate prin macrofaună sau sigur corelate cu acestea.

În masa de forme a unor genuri cu o evoluţie mai lentă, ca: *Gonyaulax* (callovian-senonian inf.), *Hystrichosphaera* (callovian-vraconian), *Palaeoperidinium* (kimeridgian-eocen), apar în depozitele cretacice, la diverse nivele elemente strict caracteristice, cum sînt unele specii ale genurilor *Odontochitina*, *Palaeohystrichosphaera*, *Ascodinium*, *Pareodinia*, *Hystrichokolpoma* etc.

În cele ce urmează se prezintă pe scurt speciile de Dinoflagellate şi Hystrichosphaeride determinate în depozitele cretacice din Platforma moezică.

CLASA *DINOFLAGELLATA*

Familia *GONYAULAXIDAE* Lindemann

GENUS *GONYAULAX* Diesing

Gonyaulax perforans. Alberti, 1961, (pl. 4. fig. 1—6) Palaeontographica, A, **116**, 1—4, 1961. Consultat idem.

Corp elipsoidal, tabulat; brazdă elipsoidală evidentă; tabulaţia este vizibilă cu greutate. Lungimea totală este în medie de 95 microni; lăţimea, 70 microni; lungimea spinului apical, 15—20 microni. Se remarcă, la nivelul brazde ecuatoriale, un brîu pronunţat. S-au determinat 55 de exemplare.

Ocurenţă: marno-calcarele fosilifere albiene din zonele H, C_3, C_1, V, G.

Gonyaulax orthoceras Eisenack, 1955, (pl. 4, fig. 8) N. Jb. Geol. Paläont., Abh. 106. Consultat Gocht H., Paläont. Z., **33**, 1959.

Formă globulară cu tabulaţie evidentă; diametrul este în medie de 100 microni; spinul apical, 7—12 microni. S-au determinat nouă exemplare.

Ocurenţă: calcarele valanginiene (?) din zona M.

Aff. Pluriarvalium osmingtonense., Sarjeant, nov. sp., 1962, (pl. 4, fig. 9) Micropal. vol. **8**, nr. 2; consultat idem.

Formă elipsoidală cu o tabulaţie greu vizibilă, asemănătoare cu a genului Gonyaulax, a cărei specie a fost considerată uneori. Lungimea este de 80 microni, lăţimea, 65—70 microni; spinul apical 14—18 microni. S-au determinat 10 exemplare.

Ocurenţă: calcarele valanginiene (?) din zona M.

Familia *PAREODINIDAE*

Genus *PAREODINIA* Deflandre

Pareodinia cerathophora, Deflandre, 1947, (pl. 4, fig. 7) Inst. Oc. Monaco Bull., 921. Consultat Sarjeant, Micropal., **8** nr. 2, 1962.

Corp globular cu tabulaţie greu vizibilă; dimensiuni reduse, cuprinse între 35 şi 40 microni. Spinul apical este relativ lung, în raport cu diametrul corpului, avînd între 16 şi 24 microni. S-au determinat 10 exemplare.

Ocurenţă: calcarele valanginiene (?) din zona M.

Genus *Apteodinium* Eisenack

Apteodinium granulatum Eisenack, 1958, (pl. 4, fig. 11) N. Jb. Geol. Paläont., Abh. 106; consultat Gocht H., Paläont. Z., **33**, 1959.

Corp globular cu tabulaţie nedecisă; exina are asperităţi punctiforme, care îi dau un aspect granulat. Diametrul are dimensiuni între 55 şi 65 microni, iar spinul apical măsoară circa 10 microni. S-au determinat 19 exemplare.

Ocurenţă: marno-calcarele fosilifere albiene din zonele H, C_3, V.

Odontochitina operculata (O. We) Defl., 1955 (pl. 5, fig. 1—4) în Deflandre G. et Cooksen I., Austr. J. Mar. Freshw. Res., 6, 1955, consultat Gocht H., Paläont. Z., **33**, 1959.

Corp sferoidal, levigat, transparent, cu diametrul de 45—55 microni. Caracteristice speciei sînt trei braţe tubulare polare, unul apical, lung de 140—145 microni, lat la bază de 12—14 microni, şi două distale cu lungimi cuprinse între 70 şi 110 microni, late la bază de la 10 la 30 microni. S-au determinat 24 de exemplare.

Ocurenţă: marno-calcarele albiene din zonele C_1, H, G, C_3, B, V.

Familia *DEFLANDREIDAE*

Genus *DEFLANDREA* Eisenack

Deflandrea aff. echinoidea Cookson and Eisenack 1960 nov. sp., (pl. 8, fig. 7) Micropal., **6**, nr. 1, 1960; consultat idem.

Capsula, de cele mai multe ori, este aplatisată, cu diametrul de 35—40 microni; prezintă

un inel ecuatorial evident. Are o proeminență apicală scurtă, dar vizibilă, și una în poziție opusă, mult mai puțin vizibilă. Corpul este acoperit de spini extrem de fini. S-au determinat 10 exemplare.

Ocurență : marnele senoniene din zona C_1.

Genus *SCRINIODINIUM* Klement

Scriniodinium sp. A, determinare provizorie (pl. 8, fig. 4—5) Consultat Cook. and Eis., Micropal., **8**, nr. 6, 1960.

Corpul central cu aspect de capsulă are dimensiuni de aproximativ 40 microni și este încadrat în poziții polare de două umflături ale exinei, cu aspect de căciulă, fiecare cu lungimea de 40—45 microni. Suprafața este ornamentată cu canalicule foarte fine. Încadrarea exemplarelor descrise în genul Scriniodinium nu este convingătoare. S-au determinat patru exemplare.

Ocurență : marnele senoniene din zona C_1.

Genus *ASCODINIUM* Cook. and Eis. 1960. Micropal **8**, nr. 6, 1960.

Ascodinium (*hialinum*) (gen și specie determinate provizoriu), (pl. 8, fig. 1—3).

Capsulă centrală sferică cu diametrul de 45—50 microni; este înconjurată de o membrană transparentă care, în pozițiile polare, se ascute sub formă de conuri cu înălțimea de 30 microni, cu bazele pe suprafața capsulei. Individul este transparent și levigat. S-au determinat șapte exemplare.

Ocurență : marnele senoniene din zona C_1.

Familia *GYMNODINIDAE*

Genus *GYMNODINIUM* Stein 1878

Gymnodinium sp. Deflandre 1941 (pl. 1, fig. 4—5) Mém. Acad. Sc., **65**, 1941. Consultat Fichier micropal., Defl., 1950.

Corp sferoidal și subsferoidal cu tabulație nedecisă; brazda ecuatorială greu vizibilă; diametrul capsulei este de 40—45 microni; spinul apical are lungimea de 12—15 microni, mult mai gros la bază, unde face corp comun cu capsula. S-au determinat 10 exemplare.

Ocurență : calcarele hauteriviene din zona R.

PERIDINEAE NESIGURE

Palaeoperidinium sp. (aff. ventriosum O. We.). (pl. 1, fig. 1—3) Consultat Matthes și Pivteau, Trait, pal.

Corpul are aspectul unui romboedru în planul ecuatorial, apărînd distinct brazda caracteristică. Lungimea corpului este de aproximativ 75 microni, iar a spinului apical este cuprinsă între 15 și 20 microni. Tabulația este neclară. S-au determinat 10 exemplare.

Ocurență : calcarele hauteriviene din zona R.

Palaeoperidinium (*pilum*?) Gocht 1959 nov. sp (pl. 1, fig. 6—7) Paläont. Z., **33**, 1959. Consultat idem.

Corp alungit, cu tabulație evidentă și mare ca și brazda ecuatorială. Lungimea corpului este de 80—90 microni; spinul apical este greu vizibil. Este posibil ca specia să nu aparțină genului menționat. S-au determinat opt exemplare.

Ocurență : calcarele hauteriviene din zona R.

Nannoceratopsis (?) *sp.* Deflandre 1958, (pl. 1, fig. 8) Tr. St. Zool. Wim., **13**, 1958. Consultat Defl., Fich. micr. determinare provizorie.

Corp cu aspect lanceolat, transparent, cu lungimea totală de 80—90 microni. Specia se poate încadra în genul menționat fără însă a considera determinarea definitivă. S-au determinat două exemplare.

Ocurență: calcarele valanginiene (?) din zona M.

Peridinium sp. XA (determinare provizorie) (pl. 1, fig. 9—15).

Corp alungit tabulat cu lungimea de 40—50 microni și brazda ecuatorială vizibilă. S-au determinat 30 de exemplare.

Ocurență : calcarele hauteriviene din zona R.

Peridinium sp. XI (determinare provizorie) (pl. 4, fig. 10).

Corp sferoidal cu diametrul de 20—25 microni, cu tabulație vizibilă pe care se inseră o membrană fin dințată. S-au determinat patru exemplare.

Ocurență : marno-calcarele albiene din zona C_3.

Peridinium sp. XII A (determinare provizorie) (pl. 5, fig. 5—6).

Corp sferoidal cu diametrul de 70 microni transparent și fără ornamentații; are un spin apical lung de 8—10 microni. S-au determinat opt exemplare.

Ocurență : marno-calcarele albiene din zona C_3.

Peridinium sp. XII B (determinare provizorie) (pl. 5, fig. 7—10).

Corp sferoidal, cu formă asemănătoare cu a *Peridinum sp* XII A. Diametrul este cuprins între 80 și 90 microni; spin apical de 10—20 microni bine individualizat. Exina are o ornamentație reticulată foarte fină. Nu se observă tabulație și nici brazdă ecuatorială. S-au determinat 36 de exemplare.

Ocurență : marno-calcarele albiene fosilifere din zona V.

Peridinium sp. XIII (determinare provizorie) (pl. 8, fig. 6).

Corp sferoidal cu diametrul de 30 microni. Se detașează foarte net brazda ecuatorială. S-au determinat trei exemplare.

Ocurență : marnele cenomaniene din zona V.

Actinotheca sp. (aff. *Aphroditae* Cook. and Eis. nov. sp. 1960), (pl. 8, fig. 10) (gen și specie determinate provizoriu).

Corp sferoidal cu diametrul de 45—55 microni, înconjurat de 8—12 brațe subțiri, care susțin o membrană lată de 25—30 microni.

Determinarea nu este definitivă. S-au identificat două exemplare.

Ocurență : marnele senoniene din zona C_1.

HYSTRICHOSPHAERIDA (echival. clasă?)

Familia *HYSTRICHOSPHAERIDEAE* O. Wetzel restrînsă Deflandre.

Genus *HYSTRICHOSPHAERIDIUM* Deflandre restrîns Eisenack.

Hystrichosphaeridium eoinodes, Eisenack 1958, (pl. 2, 3, fig. 11, 12—13) N. Jb. Paläont., Abh., 106. Consultat Gocht H., Paläont. Z., **33**, 1959.

Corp globular cu diametrul cuprins între 50 și 60 microni. Posedă brațe relativ puține (20—30), cilindrice, transparente, cu o grosime de 4—5 microni și lungi de 20—25 microni; la extremitatea liberă nu sînt divizate. Specia descrisă se aseamănă cu *H. truncigerum* Defl. și amintește oarecum de specia paleogenă *H. inodes* Klumpp. S-au determinat 58 de exemplare în mod cert și aproximativ 150 de exemplare asupra cărora se mai păstrează rezerve.

Ocurență : calcarele hauteriviene din zona R și marno-calcarele albiene fosilifere din zonele C_1, H, V.

Hystrichosphaeridium ancoriferum Cookson and Eisenack 1962 (pl. 6, fig. 13) Micropal., **6**, 1, 1962. Consultat idem.

Corp sferic cu diametrul cuprins între 45 și 55 microni, acoperit de foarte numeroase brațe subțiri și scurte (6—10 microni), care la extremitatea liberă se desfac în două sau trei vîrfuri retrocurbate în gen de ancoră. S-au determinat 135 de exemplare.

Ocurență : marno-calcarele albiene din zonele C_1, H, G, marno-calcarele vraconiene din zona S și marnele cenomaniene din zona V.

Hystrichosphaeridium asterigerum Gocht nov. sp., 1959 (pl. 3, fig. 9) Paläont. Z., **33**, 1959. Consultat idem.

Corp sferic, levigat și transparent, cu diametrul cuprins între 40 și 45 microni ; are 15—25 brațe subțiri și lungi de 20 microni, care la extremitatea liberă se divid în 2—6 vîrfuri ascuțite puternic și scurte. S-au determinat 64 de exemplare.

Ocurență : marno-calcarele albiene din zonele H, G și vraconiene din zona S.

Hystrichosphaeridium complex (White) Deflandre 1955 (pl. 3, fig. 1—3) Defl. and Cook., Austr. J. Mar. Freshw. Res., **33**, 1955. Consultat Defl. Fich. micr.

Corp sferoidal, translucid, cu diametrul de 45—50 microni. Are 15—20 brațe groase de 3—5 microni (mai groase decît la *H. asterigerinum* și lungi de 20 microni (mai scurte ca la *H. asterigerinum*). Extremitatea liberă este desfăcută în 3—6 vîrfuri ușor răsfrînte. Se poate asemăna cu *H. asterigerinum* și uneori cu *H. cf. salpingoforum*. S-au determinat 14 exemplare.

Ocurență : calcarele hauteriviene din zona R.

Hystrichosphaeridium polytrichum Valensi in Deflandre and Cookson (pl. 3, fig. 4—6) Austr. J. Mar. Freshw. 1955, Consultat Defl. Fichier micr.

Corp sferic, translucid, cu diametrul de 50—55 microni ; are numeroase brațe subțiri, monofilare, lungi de 15 microni. S-au determinat 76 de exemplare.

Ocurență : marno-calcarele fosilifere albiene din zonele O, C_1, G.

Hystrichosphaeridium longifurcatum Firton 1952, (pl. 7, fig. 9, 11—12, 14—16 Ann. Soc. Géol. Nord. Fr., **72**, 1952. Consultat Defl. Fich. microp.

Corp globular, translucid, levigat cu diametrul de 40 microni ; brațele sînt subțiri, simple, bifurcate (egal sau inegal) sau trifurcate, cu o lungime de aproximativ 20 microni. S-au determinat 80 de exemplare.

Ocurență : marnele cenomaniene din zona V.

Hystrichosphaeridium ramuliferum Valensi (pl. 7, fig. 13, 17, 18) in Defl. and Cook., Austr. J. Mar. Freshw.res., 1955. Consultat Defl. Fich. micropal.

Corp sferoidal, levigat, transparent, cu diametrul de 40—45 microni ; are numeroase brațe lungi de 25—30 microni, ramificate dicotomic. S-au determinat 64 de exemplare.

Ocurență : marnele cenomaniene din zona V.

Hystrichosphaeridium tubiferum (Ehr.) în Lej.-Carp., 1940, (pl. 2, fig. 1—3, 5—6) Ann. Soc. Géol. Belg., T. **LXIII**, 1940. Consultat Defl. Fich. micropal.

Corp sferic, cu diametrul de 60—70 microni. Brațe în general puține (15—20), groase de 3—5 microni și lungi de 20—45 microni. Extremitatea liberă a acestora se desface în mai multe părți, sub formă de receptacul. S-au determinat 34 de exemplare.

Ocurență : calcarele hauteriviene din zona R.

Hystrichosphaeridium sp. 6 (aff. *heteracanthum* Defl. and Cook. 1955), (determinare provizorie) (pl. 6, fig. 12)

Corp ovoidal, probabil inițial sferic, lung de 80 microni și lat de 60—70 microni ; este acoperit de o masă de brațe filiforme, simple, scurte (10—15 microni). S-au determinat 14 exemplare.

Ocurență : marno-calcarele albiene din zona G.

Hystrichosphaeridium sp. 27 (aff. *Baltisphaeridium restitum* Defl.) (determinare provizorie) (pl. 2, fig. 7—10).

Corp cu diametrul de 50 microni și cu foarte numeroase brațe scurte și fine. Unele au la capătul liber o umflătură abia perceptibilă. S-au determinat patru exemplare.

Ocurență : calcarele hauteriviene din zona R.

Hystrichosphaeridium sp. 27. A (determinare provizorie). (pl. 2, fig. 13—14).

Aspect, în general, asemănător cu al *Hystrichosphaeridium* sp. 27. Diametrul are în jur de 45 microni, iar numărul brațelor este redus. Ar putea face parte din genul *Baltisphaeridium*. S-au determinat 15 exemplare.

Ocurență : calcarele valangiene (?) și hauteriviene din zonele M și R.

Hystrichosphaeridium sp. 22 (determinare provizorie) (pl. 7, fig. 1—4, 7—8).

Corp sferoidal, translucid, cu diametrul de 60—65 microni, cu numeroase brațe relativ scurte (16—20 microni), simple și bifurcate (în mod egal). S-au determinat 49 de exemplare.

Ocurență : marnele cenomaniene din zona V.

Hystrichosphaeridium sp. 23 (determinare provizorie) (pl. 7, fig. 5—6, 10).

Aspectul general al corpului tinde spre elipsoidal, avînd lungimea de 60—70 microni ; brațele sînt foarte numeroase și scurte. Nu s-au distins brațe cu bifurcații. S-au determinat 18 exemplare.

Ocurență : marnele cenomaniene din zona V.

Genus *HYSTRICHOSPHAERA*

Hystrichosphaera cingulata (O. We.) Defl. în Defl. and Cook. (pl. 4, fig. 12—17) Austr. J. Mar. Freshw. Res., **6**, 1955. Consultat Deflandre, Fich. micropal.

Corp sferic, hialin cu diametrul de 50—60 microni ; are brațe scurte de 8—10 microni, simple, unite printr-o membrană, care, proiectată pe suprafața corpului, dă o rețea poligonală regulată. S-au determinat 125 de exemplare.

Ocurență : marno-calcarele albiene din zona C_2 și vraconiene din zona S și marnele cenomaniene din zona V.

Hystrichosphaera ramosa (Ehr.) O. Wetzel, Diss. 1933 (pl. 7, fig. 19). Consultat Defl. Fich. micropal.

Capsulă sferoidală cu diametrul de 40—50 microni, fin granulată, translucidă, pînă la opacă ; prezintă brațe relativ scurte, de 10—15 microni, cu extremitățile libere divizate în 2—4 vîrfuri. S-au determinat 40 de exemplare.

Ocurență : marnele cenomaniene din zona V.

Genus *HYSTRICHOKOLPOMA* Deflandre

Hystrichokolpoma sp. A (determinată provizoriu) (pl. 6, fig. 1—5).

Corp sferic cu diametrul de 45—50 microni. Are 18—24 brațe scurte de 10—15 microni și groase de 10—15 microni, cu aspect de tuburi cilindrice retezate la extremitatea liberă, dispuse într-o simetrie triradială. S-au determinat 38 de exemplare.

Ocurență : marno-calcarele fosilifere albiene din zonele H, G și V.

Hystrichokolpoma sp. B (determinată provizoriu) (pl. 6, fig. 6—8).

Aspect asemănător cu al Hystrichokolpoma sp. A, însă cu dimensiuni mai mici. Diametrul are aproximativ 25 microni, iar brațele sînt mai scurte și mai subțiri (2—5 microni). S-au determinat 13 exemplare.

Ocurență : marno-calcarele fosilifere albiene din zonele C_1, H.

Genus *MICRHYSTRIDIUM* Deflandre

Micrhystridium sp. A_1 (determinată provizoriu) (pl. 6, fig. 15).

Corp poliedric, transparent, cu latura de 16—20 microni ; are 6—10 brațe filiforme, simple, lungi de 20—25 microni, dispuse în vîrfurile poliedrului. S-au determinat opt exemplare.

Ocurență : marno-calcarele albiene din zonele C_2, H.

Micrhystridium sp. A_2 (determinată provizoriu) (pl. 7, fig. 20).

Corp globular, translucid, cu diametrul de 20 microni ; are 6—10 brațe simple, lungi de 15—20 microni. S-au determinat patru exemplare.

Ocurență : marnele cenomaniene din zona V.

Micrhystridium (?) *sp.* C (Gen și specie determinate provizoriu) (pl. 6, fig. 16)

Corp ovoidal, neted și transparent, cu lungimea de 16 microni și lățimea de 8—10 microni. Are la una dintre extremități un spin filiform, subțire și lung de 10—12 microni, iar la cealaltă extremitate are doi spini, uniți la bază, de asemenea subțiri și lungi de 10—15 microni. Forma aceasta amintește mult pe *Domasia trispinosa* Downie (Micropal., **6**, 2, 1960), cu toate că ultima a fost întîlnită pînă în prezent în depozite mult mai vechi. S-a determinat un singur exemplar.

Ocurență : marno-calcarele fosilifere din zona C_2.

Micrhystridium sp. D (Gen și specie determinate provizoriu) (pl. 8, fig. 12).

Corp globular cu diametrul de 24 microni ; are 20—30 brațe scurte, de 3—6 microni, simple, închise la extremitatea liberă. S-au determinat două exemplare.

Ocurență : marnele senoniene din zona C_1.

INCERTAL SEDIS

Circulodinium deflandrei Alberti nov. sp. 1961. (pl. 6, fig. 9—11) Palaeont., A, **116**, 1—4, 1961. Consultat idem.

Corp sferoidal cu diametrul cuprins între 60 și 70 microni. Pe suprafața sa are foarte numeroase proeminențe, închise și rotunjite la extremitatea liberă, scurte (6—8 microli). S-au determinat 42 de exemplare. Determinarea genului și speciei este nedefinitivată.

Ocurență : marno-calcarele albiene din zonele C_2, C_1, V.

3. POSIBILITĂȚI DE UTILIZARE STRATIGRAFICĂ

După cum se poate observa din tabela 1 cu cîteva excepții, fiecare formațiune cretacică investigată poate fi caracterizată prin cel puțin cîteva specii de Dinoflagellate sau Hystrichosphaeride. Faptul că s-au analizat carote uneori la intervale stratigrafice destul de mari nu ne permite să considerăm că speciile determinate sînt singurele. Totuși chiar și în această situație tipurile prezentate pot fi utilizate pentru o corelare stratigrafică bună.

Pînă în prezent s-au alcătuit pentru depozitele cretacice din Platforma moezică următoarele asociații:

Valanginian (?): *Gonyaulax pachiderma*, aff. *Pluriarvalium osmingtonense*, *Pareodinia ceratophora*, *Nannoceratopsis* (?) *sp.*, *Hystrichosphaeridium sp.* 27 A.

Hauterivian: *Gymnodinium sp.*, *Palaeoperidinium sp.* (aff. *ventriosum*), *P.* (*pillum*?), *Peridinium sp.* X A, *Hystrichosphaeridium complex*, *H. tubiferum*, *H. sp.* 27 (aff. *Baltisphaeridium vestitum*), *H. sp.* 27 A.

Albian: *Gonyaulax orthoceras*, *Apteodinium granulatum*, *Odontochitina operculata*, *Peridinium* (?) *cretaceum*, *Peridinium sp.* XI, *P. sp.* XII A, P. XII B, *Hystrichosphaeridium eoinodes*, *H. ancoriferum*, *H. asterigerum*, *H. polytrichum*, *H. sp. 6*, *Hystrichosphaera cingulata*, *Hystrichokolpoma sp.* A, *H. sp.* B, *Micrhystridium sp.* A_1, *M. sp.* A_2, *M.* (?) *sp.* D, *Circulodinium deflandrei*.

Vraconian: *Hystrichosphaeridium ancoriferum*, *H. asterigerum*, *Hystrichosphaera cingulata*.

Cenomanian: *Peridinium sp.* XIII, *Hystrichosphaeridium ancoriferum*, *H. longifurcatum*, *H. ramuliferum*, *H, sp.* 23, *H. sp.* 22, *Hystrichosphaera cingulata*, *H. ramosa*.

Senonian: *Scriniodinium sp.* A, *Ascodinium* (*hialinum*), *Deflandrea* aff. *echinoidea*, *Actinotheca sp.* (aff. *A. aphroditae*), *Micrihystridium sp.* D.

Se poate vedea că probleme mai dificile de separare stratigrafică pun speciile *Hystrichosphaeridium ancoriferum* prezentă în intervalul albian-cenomanian și *Hystrichosphaera cingulata*, abundentă în același interval. Acestea pot fi, însă, mult mai bine delimitate dacă se apreciază întreaga asociație din care fac parte, cu atît mai mult cu cît în toate cazurile, pe lîngă Dinoflagellate și Hystrichosphaeride, apar specii caracteristice de spori și polen.

Comparînd speciile identificate cu altele echivalente din regiuni diferite, se constată că majoritatea se aseamănă cu exemplare citate în neocomianul din Emsland-Saxonia (Gocht H.), cretacicul inferior (hauterivian-albian) din nordul R. F. Germane (Alberti G.), în cenomanianul din Bazinul Parisului, Aisne, Le Hâvre (Deflandre G.) în senonianul din regiunea Folkstone-Anglia (Deflandre G., Eisenack A.) și, în mod surprinzător, din Australia (Cooksond I., Eisenack A.). Această ultimă constatare este extrem de interesantă deoarece aduce noi contribuții la confirmarea uriașei întinderi și repartiții a microflorei marine cretacice.

G. Alberti, făcînd un amplu studiu comparativ (Palaeont. A, 116, 1—4, 1961) al unor Dinoflagellate și Hystrichosphaeride cretacice din Europa occidentală și Australia, constată că din aproximativ 50 de specii europene, 35 sînt citate și în Australia, în cuprinsul cretacicului, iar circa 20, chiar pentru același segment stratigrafic.

O comparație cu totul sumară și preliminară a microflorei de Dinoflagellate și Hystrichosphaeride cretacice din Platforma moezică cu cea din flișul Carpaților Orientali (de exemplu zona rîului Bicaz) ne-a permis, spre deosebire de microflora continentală, identificarea unor specii comune, ca: *Hystrichosphaeridium complex*, *H. eoinodes*, *H. ancoriferum*, *Gonyaulax orthoceras*, *Apteodinium granulatum* etc. Studierea flișului cretacic și din acest unghi poate aduce date utile în cunoașterea geocronologiei acestuia. Există de asemenea și cazuri cînd speciile noastre nu confirmă ocurența citată în lucrările consultate, ca, de exemplu, *Hystrichosphaeridium ramuliferum* citat de Deflandre în senonian a fost întîlnit de noi numai în cenomanian sau *Hystrichokolpoma* menționată de Cookson numai în senonian este întîlnită în Platforma moezică numai în albian. Deoarece speciile determinate de noi au fost încadrate stratigrafic pe baza macrofaunei, rămînem deocamdată la punctul nostru de vedere, valabil cel puțin pentru stratigrafia Platformei moezice.

Anomaliile prezentate pot fi cauzate și de marele număr de specii noi create în ultimii ani, majoritatea dintre ele fiind, de fapt, reconsiderări ale unora mai vechi, care au produs confuzii în determinări. În acest fel s-a ivit necesitatea unor studii de sinteză care să traseze interpretări unitare ale repartiției stratigrafice a acestor microorganisme, precum și a unei coordonări centralizate în cercetarea acestora.

4. CONCLUZII

— În lucrarea de față au fost prezentate primele și cele mai importante specii de Dinoflagellate și Hystrichosphaeride determinate în Platforma moezică.

— Baza repartiției lor stratigrafice a constituit-o macrofauna caracteristică.

— Din urmărirea pe verticală a speciilor determinate s-a constatat că cele mai multe au o răspîndire limitată, constituind fosile caracteristice și putînd astfel contribui la caracterizarea stratigrafică a unor depozite.

— S-au stabilit asociații caracteristice pentru valanginian (?), hauterivian, albian, vraconian, cenomanian și senonian. Acestea se utilizează în mod curent la stabilirea vîrstelor materialului carotat.

— Unele specii nu au putut fi identificate după literatura de specialitate avută la dispoziție. Acestea, pentru a putea fi utilizate, au fost determinate provizoriu, urmînd să fie definitivate ulterior.

— Rezultatele obținute nu epuizează problema cunoașterii Dinoflagellatelor și Hystrichosphaeridelor cretacice din Platforma moezică, studiul trebuind continuat.

BIBLIOGRAFIE

[1] Alberti, G. *Zur kenntnis mesozoischer und alttertiärer Dinoflagellaten und Hystrichosphaerideen von nord-und mitteldeutschland sowie anderen Europäischen Gebiten.* Palaeontogr., A, **116**, 1—4, 1961.

[2] Cookson, I. și Eisenack, A. *Microplankton from Australian Cretaceous sediments.* Micropaleontology, **6**, nr. 1, 1960.

[3] Costea, I. și Balteș N. *Corelări stratigrafice pe baza microfosilelor.* București, Ed. tehnică, 1962.

[4] Deflandre, G. *Fichier micropaléontologique,* séries 1—10. Paris, 1943—1958.

[5] Downie, Ch. *Deunffia and Domasia new genera of Hystrichospheres.* Micropaleontology, **6**, nr. 2, 1960.

[6] Evitt, W. *Observations on the morfology of fossil dinoflagellates.* Micropaleontology, **7**, nr. 4, 1961.

[7] Gocht, H. *Mikroplankton aus dem Nordwestdeutschen Neokom.* Palaeontol. Z., **33**, 1959.

[8] Grigoraș, N. *Geologia zăcămintelor de petrol și gaze din R.P.R.* București, Ed. tehnică, 1961.

[9] Mutiu, R. *Contribuții la studiul paleontologic al depozitelor neocomiene forate în vestul Platformei moezice.* În : Petrol și gaze nr. 11, 1963.

[10] Pătruț, I., Popescu, M., Teodorescu, C. și Molnar, M. *Contribuții la cunoașterea geologiei Platformei moezice. Stratigrafie.* În : Petrol și gaze, **12**, nr. 11, 1961.

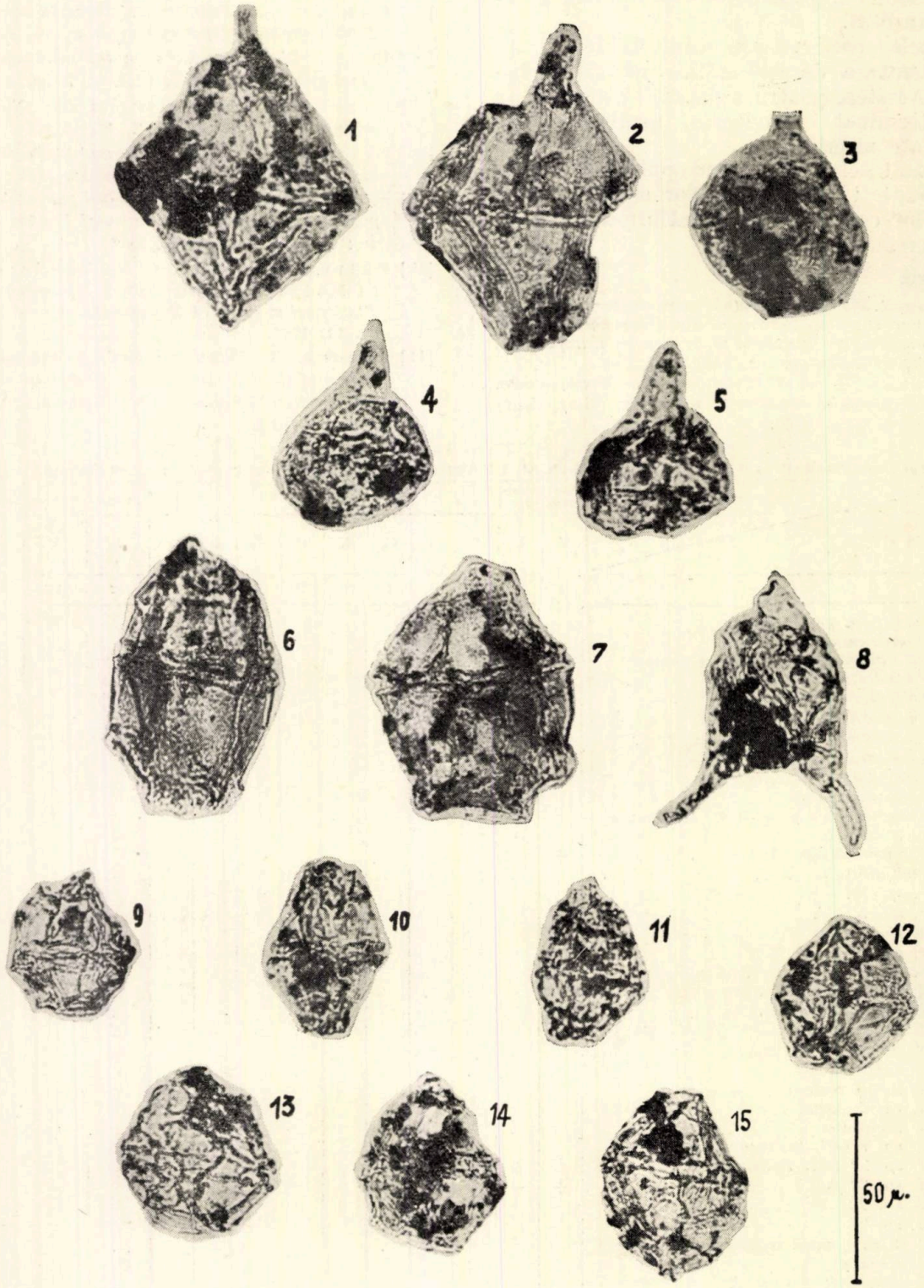
[11] Pocock, S. *Microfloral analysis and age determination of strata at the Jurassic-Cretaceous boundary in the Western Canada Plains.* Palaeontogr., B, **111**, nr. 1—3, 1962.

Tabela 1

REPARTIȚIA STRATIGRAFICĂ A DINOFLAGELLATELOR ȘI HYSTRICHOSPHAERIDELOR CRETACICE DIN PLATFORMA MEOZICĂ

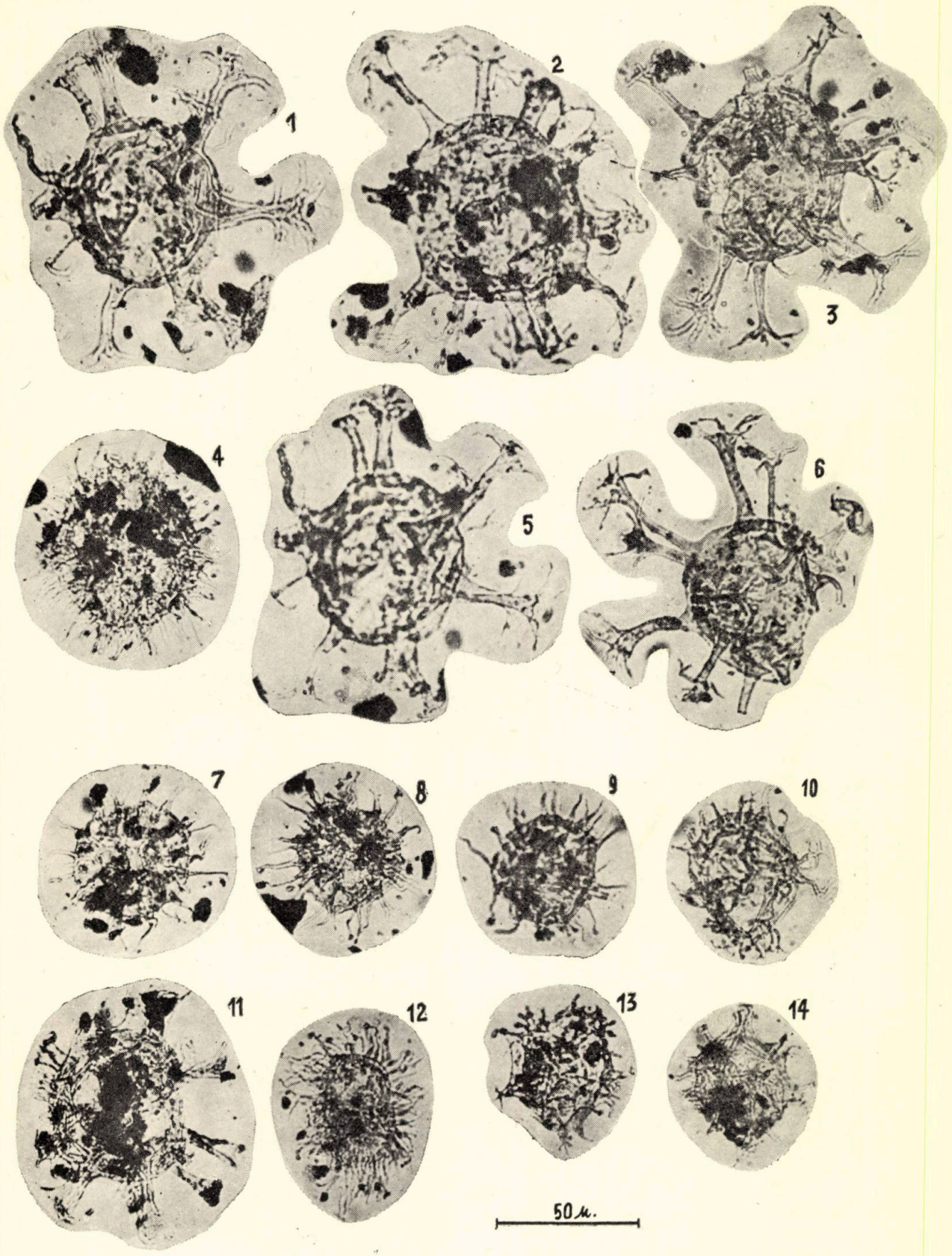
Nr. crt.	Specia \ Vîrsta / Zona geogr.	Va-lang.	Hau-ter	Albian								Vracon.	Cenom.	Senon.	Total exemplare
		M	R	O	C_1	C_2	H	G	C_3	B	V	S	V	C_1	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	*Gonyaulax perforans*				+		·		+		+				=
2	*G. orthoceras*	+													+
3	*Aff. Pluriarvalium osmingtonense*	+													+
4	*Pareodinia ceratophora*	+													+
5	*Apteodinium granulatum*						+		+		+				·
6	*Odontochitina operculata*				+		+	+	+	+	+				·
7	*Scriniodinium sp.* A													+	+
8	*Ascodinium (hialinum)*													+	+
9	*Deflandrea* aff. *echinoidea*													+	+
10	*Gymnodinium sp.*		+												+
11	*Palaeoperidinium* sp. (aff. *ventriosum*)		+												+
12	*P. (pilum ?)*		+												+
13	*Nannoceratopsis* (?) sp.	+													+
14	*Peridinium sp.* X A		·												·
15	*P. sp.* XI								+						+
16	*P. sp.* XII A								+						+
17	*P. sp.* XII B										·				·
18	*P. sp.* XIII												+		+
19	*Actinotheca sp.* (aff. *Aphroditae*)													+	+
20	*Hystrichosphaeridium eoinodes*				·		·				+				=
21	*H. ancoriferum*				=		·	·				·	·		0
22	*H. asterigerum*						·	·				·			=
23	*H. complex*		·												·
24	*H. polytrichum*			·	·			·							=
25	*H. longifurcatum*												=		=
26	*H. ramuliferum*												=		=
27	*H. lubiferum*		·												·
28	*H. sp.* 6 (aff. *heteracanthum*)							·							·
29	*H. sp.* 27 (aff. *Baltisphaeridium*)		+												+
30	*H. sp.* 27 A	+	+												·
31	*H. sp.* 22												=		=
32	*H. sp.* 23												·		·
33	*Hystrichosphaera cingulata*					·			=			·	·		0
34	*H. ramosa*												·		·
35	*Hystrichokolpoma sp.* A						·	·			·				·
36	*H. sp.* B				+			+							·
37	*Micrihystridium sp.* A_1					·	+								·
38	*M. sp.* A_2										+				+
39	*M. (?) sp.* C					+									+
40	*M. sp.* D													+	+
41	*Circulodinium*					·	·				·				=

Legenda: + — 1—10 exemplare; · — 11—40; = — 41—100; 0— peste 100 exemplare.



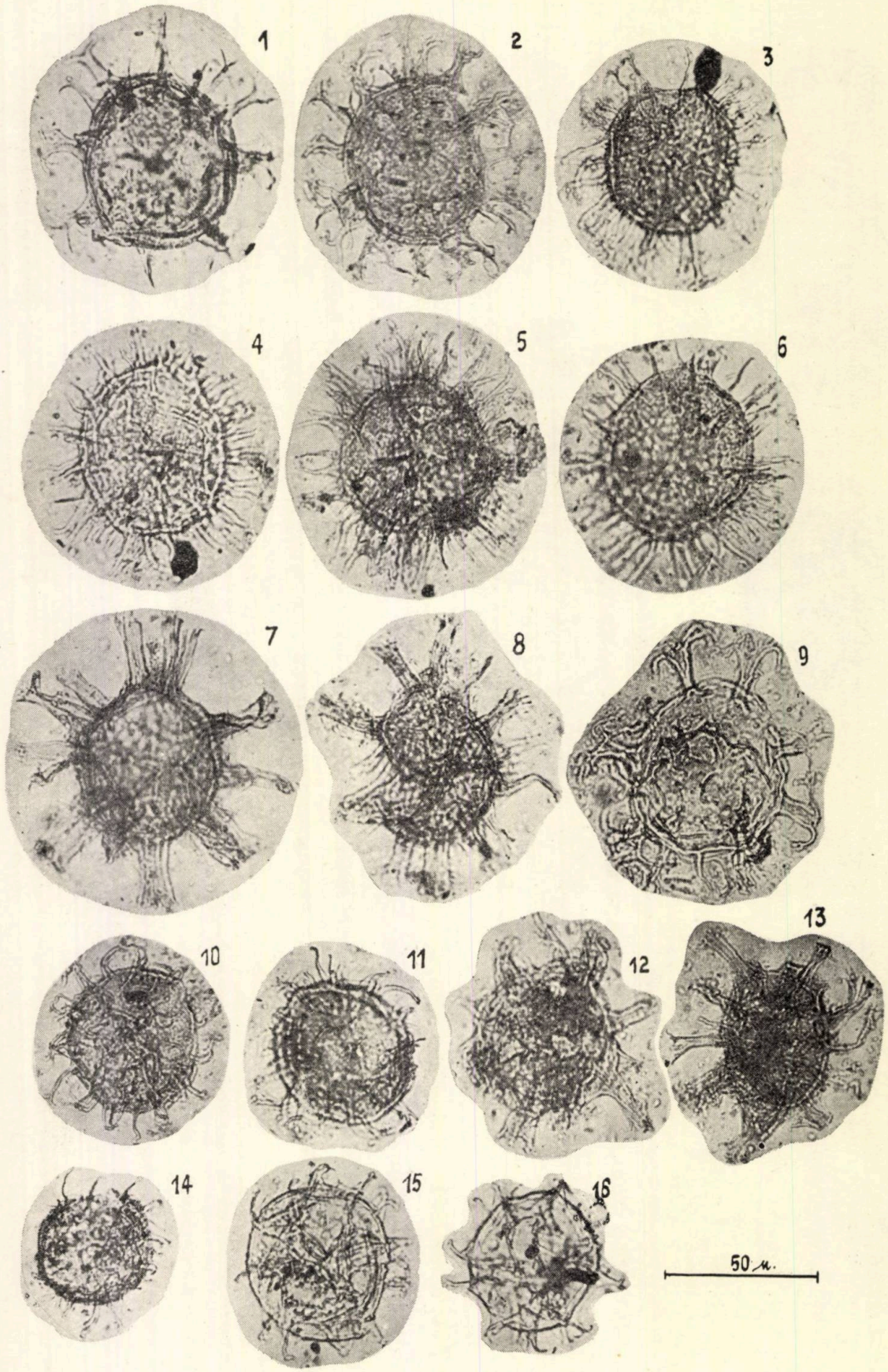
Planşa 1

Fig. 1—3. *Palaeoperidinium sp.* (aff. *ventriosum* O. We.)
Fig. 4—5. *Gymnodinium sp.* Defl.
Fig. 6—7. *Palaeoperidinium* (*pilum* ?) Gocht.
Fig. 8. *Nannoceratopsis* (?) *sp.* Defl.
Fig. 9—15. *Peridinium sp.* X A.



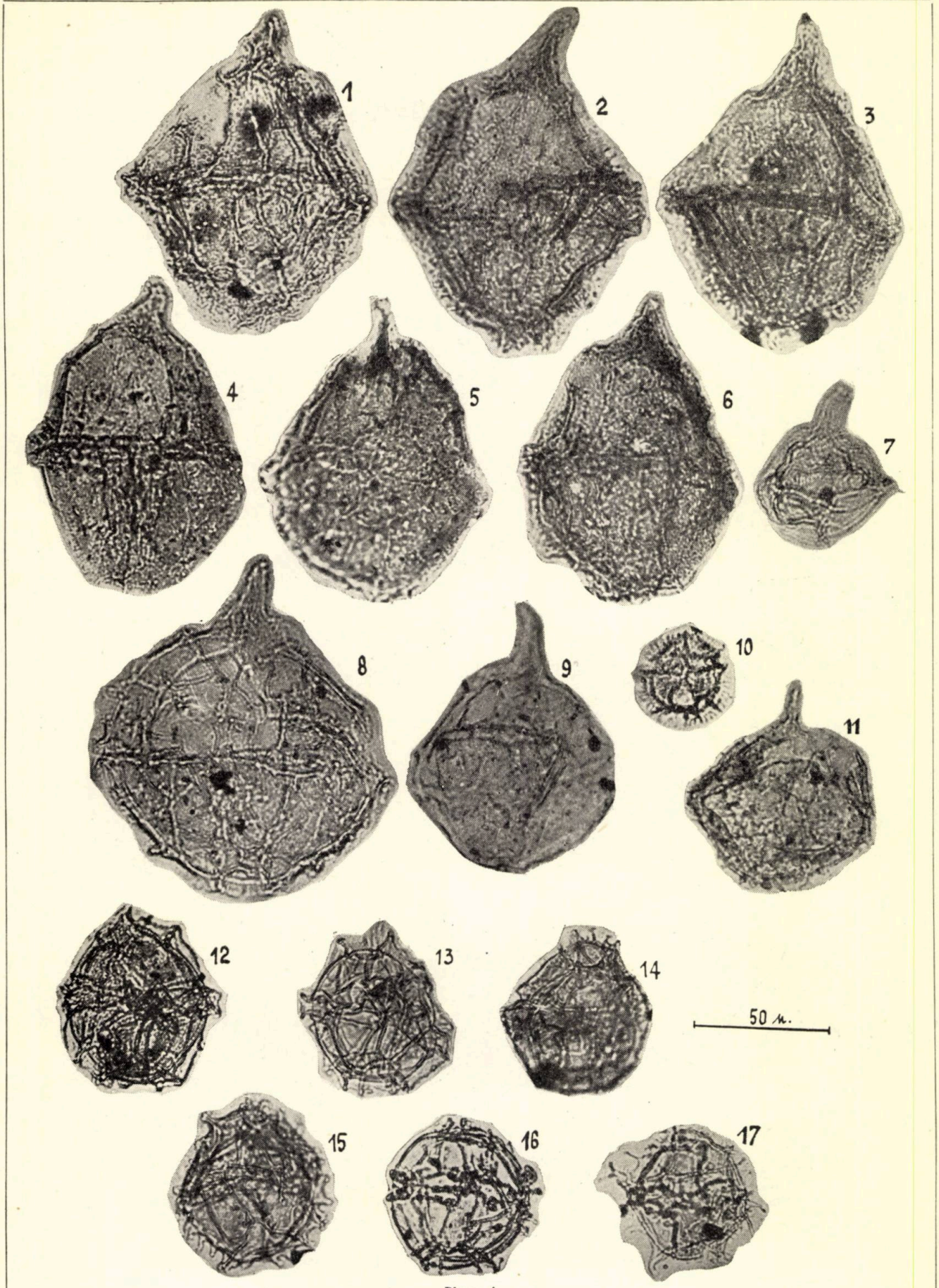
Planşa 2

Fig. 1-3, 5-6. *Hystrichosphaeridium tubiferum* (Ehr.), Lej-Crp.
Fig. 4. *Hystrichosphaeridium sp.* ned.
Fig. 7—10. *Hystichosphaeridium sp.* 27 (aff. *Baltisphaeridium restitum* Defl.).
Fig. 11. *Hystrichosphaeridium eoinodes* Eis.
Fig. 12. *Hystrichosphaeridium sp.* ned.
Fig. 13—14. *Hystrichosphaeridium sp.* 27 A.



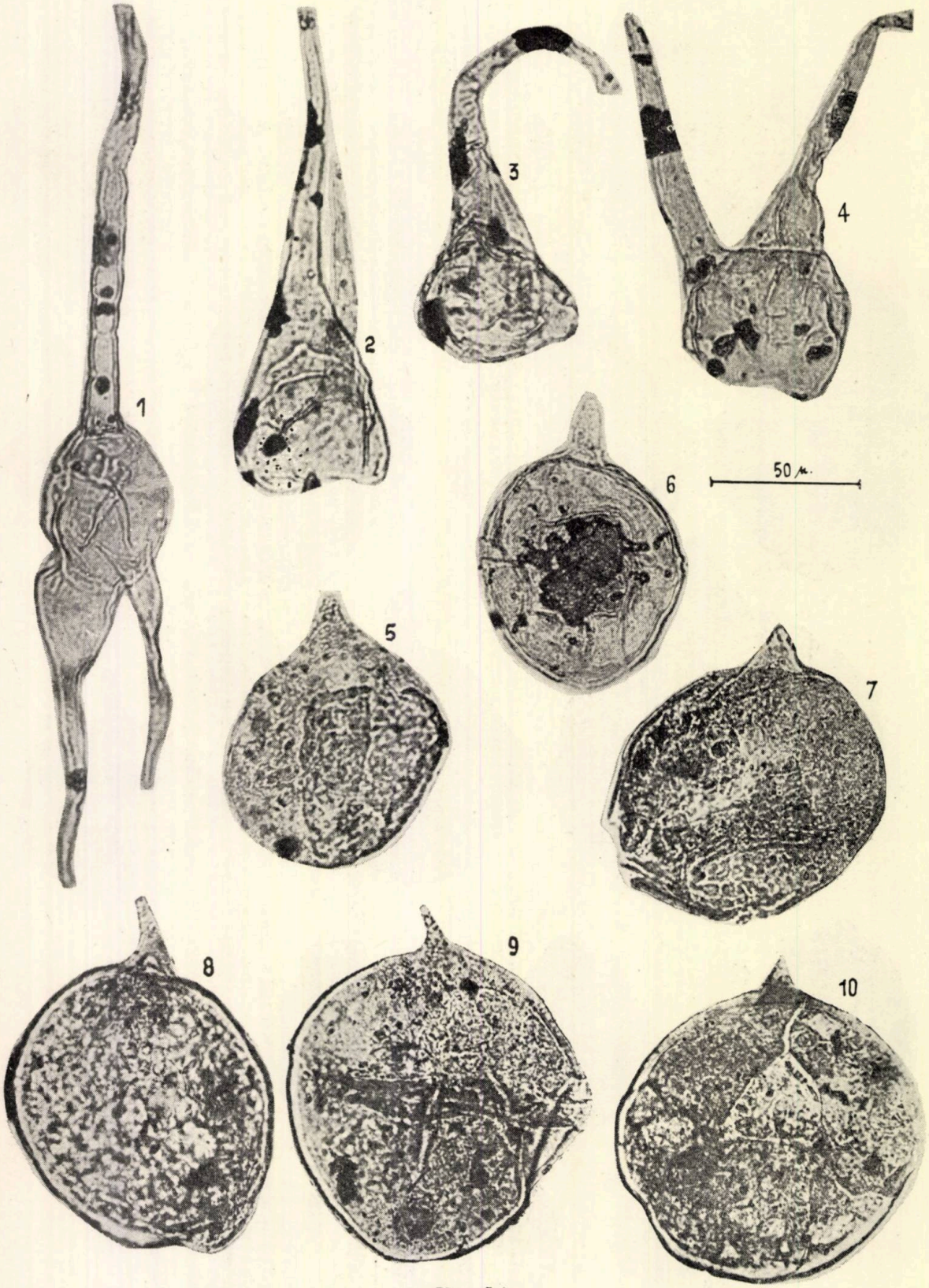
Planșa 3

Fig. 1—3. *Hystrichosphaeridium complex* (White) Defl.
Fig. 4—6. *Hystrichosphaeridium polytrichum* Val., Defl. Cook.
Fig. 7—8, 12—13. *Hystrichosphaeridium eoinodes* Eis.
Fig. 9. *Hystrichosphaeridium asterigerum* Gocht.
Fig. 10—11, 14—16. *Hystrichosphaeridae* nedeterminate.



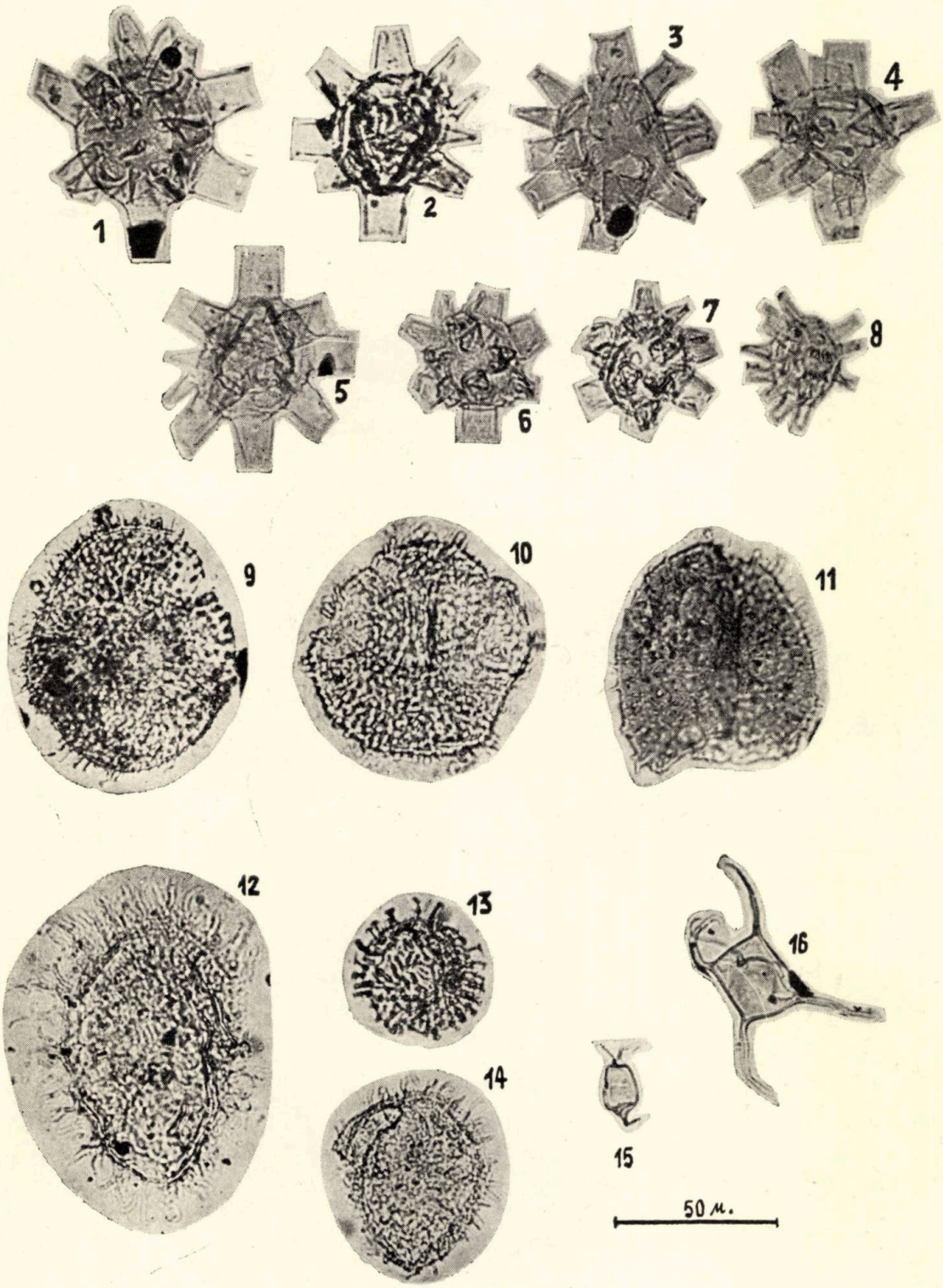
Planşa 4

Fig. 1—6. *Gonyaulax perforans* Alberti.
Fig. 7. *Pareodinia ceratophora* Defl.
Fig. 8. *Gonyaulax orthoceras* Eis.
Fig. 9. *Aff. Pluriarvalium osmingtonense* Sarjeant.
Fig. 10. *Peridinium sp.* XI.
Fig. 11. *Apteodinium granulatum* Eis.
Fig. 12—17. *Hystrichosphaera cingulata* (O. We.) Defl.



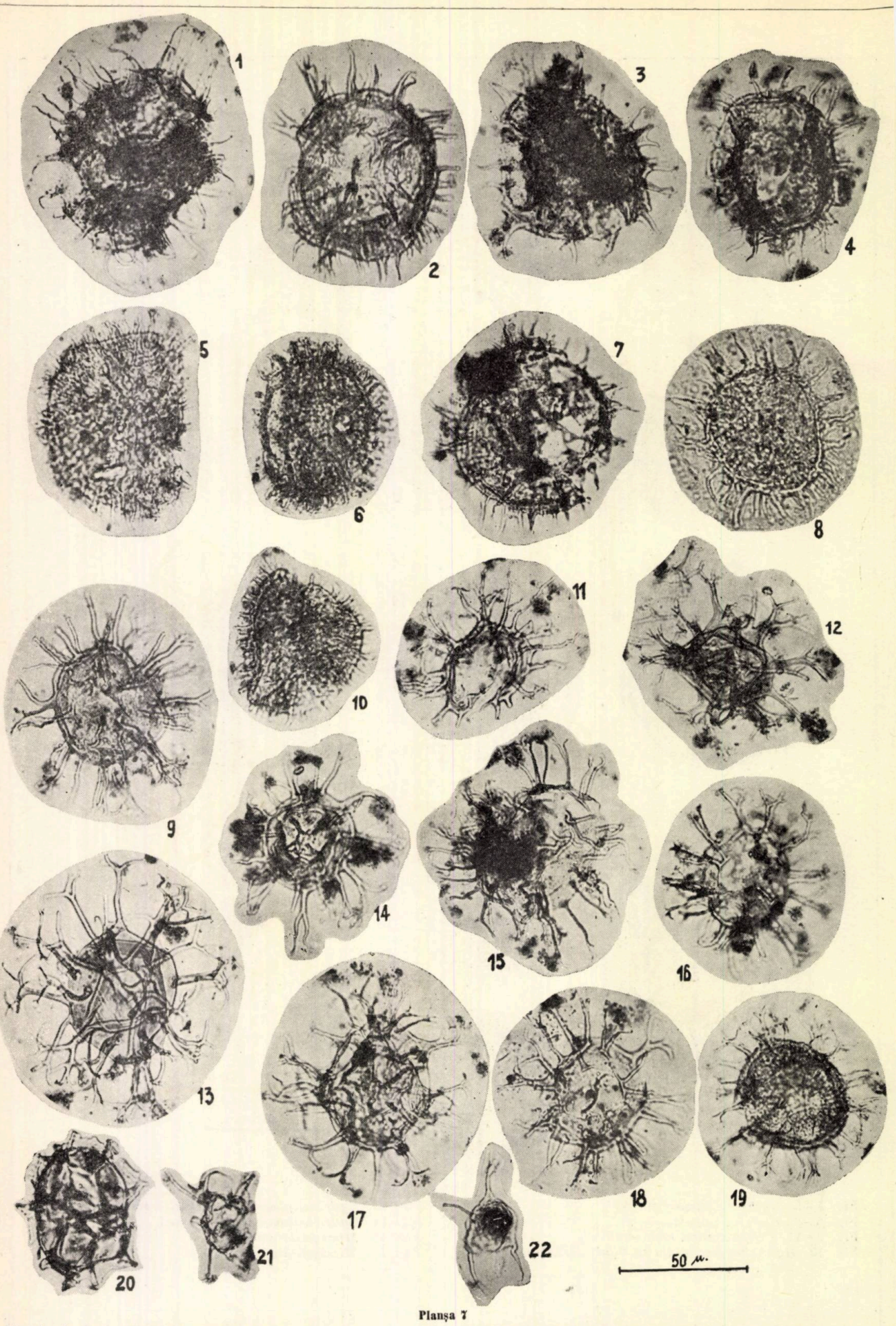
Planșa 5

Fig. 1—4. *Odontochitina Operculata* (O. We.) Defl.
Fig. 5—6. *Peridinium sp.* XII A.
Fig. 7—10. *Peridinium sp.* XII B.



Planșa 6

Fig. 1—5. *Hystrichokolpoma sp.* A.
Fig. 6—8. *Hystrichokolpoma sp.* B.
Fig. 9—11. *Circulodinium deflandrei* Alb.
Fig. 12. *Hystrichosphaeridium sp.* 6 (aff. *H. heteracanthum* Defl., Cook.).
Fig. 13. *Hystrichosphaeridium ancoriferum* Cook., Eis.
Fig. 14. *Hystrichosphaeridium* sp. ned.
Fig. 15. *Micrhystridium sp.* A_1.
Fig. 16. *Micrhystridium* (?) *sp.* C.



Planșa 7

Fig. 1—4, 7—8. *Hystrichosphaeridium sp.* 22.
Fig. 5—6, 10. *Hystrichosphaeridium sp.* 23.
Fig. 9, 11—12, 14—16. *Hystrichosphaeridium longifurcatum* Firton.
Fig. 13, 17, 18. *Hystrichosphaeridium ramuliferum* Valensi.
Fig. 19. *Hystrichosphaera ramosa* (Ehr.) O. We.
Fig. 20. *Micrhystridium sp.* A_2.

Planşa 8

Fig. 1—3. *Ascodinium* (*hialinum*) Cook., Eis.
Fig. 4—5. *Scriniodinium sp.* A.
Fig. 6. *Peridinium sp.* XIII.
Fig. 7. *Deflandrea aff. echinoidea* Cook., Eis.
Fig. 8. Microorganism nedeterminat.
Fig. 9. *Hystrichosphaeridium* sp. nedeterm.
Fig. 10. *Actinotheca* (aff. *Aphroditae* Cook., Eis.).
Fig. 11, 13. *Hystrichosphaeridae* nedeterminate.
Fig. 12. *Micrhystridium sp.* D.

Geolog F. LANGA
și ing. I. CASIAN

Studiul experimental pe mulajul spațiului poros al unor roci colectoare din zăcămintele de hidrocarburi din R.P.R.

În cadrul ICFE-Cîmpina a fost inițiată o serie de lucrări pe carote pentru explicarea cît mai corectă a proceselor de curgere care au loc în roca-magazin, precum și a raporturilor existente între textura rocilor și procesele de sedimentare și litificare a acestora.

În acest scop a fost necesară prelucrarea unor eșantioane de rocă, astfel încît acestea să poată fi studiate la microscop sub diverse aspecte. În prezentul articol se vor arăta, în special, rezultatele obținute din analiza microscopică a mulajelor spațiului poros, realizate pe o serie de roci colectoare provenite din mai multe zăcăminte de țiței din R.P.R.

I. CONSIDERAȚII ASUPRA ROCILOR COLECTOARE

După cum se știe, rocile colectoare se caracterizează în evoluția lor prin două feluri de porozități, și anume : porozitatea primară, existentă în timpul formării rocii, și porozitatea secundară, care derivă din prima, în urma proceselor diagenetice suferite de către rocă. Procesele diagenetice sînt determinate de creșterea presiunii asupra rocii prin adăugarea de noi sedimente acoperitoare, creșterea temperaturii datorită scufundării, acțiunii forțelor orogenetice și interacțiunii dintre mediul care ocupă porii rocii și elementele minerale componente ale rocii.

Importanța studiului spațiului poros este determinată de faptul că de acesta depind în mare măsură capacitatea de înmagazinare a rocii, curgerea fluidelor conținute, precum și cantitățile de hidrocarburi recuperabile. Atît porozitatea cît și permeabilitatea sînt proprietăți complexe ale rocii dependente de forma granulelor, dimensiunile, sortarea și împachetarea acestora, precum și de materialul de cimentare.

Se știe că o rocă poate fi analizată din punct de vedere textural și structural. Prin textură se înțeleg forma, dimensiunile și aranjamentul granulelor componente ale rocii, toate acestea fiind proprietăți geometrice.

Structura unei roci este determinată de orientarea granulelor componente, fie sub acțiunea gravitației sau magnetismului, fie sub acțiunea curenților, valurilor etc., factori care determină aspectul extern și intern al rocii, ca : stratificația încrucișată, striațiile, urmele de valuri, orientarea fosilelor etc. În consecință, structura unei roci se caracterizează prin proprietăți vectoriale.

Din cele arătate apar clar dependența porozității și permeabilității de textură și structura rocii.

Dificultățile în examinarea spațiului poros al rocilor colectoare au determinat căutarea unei substanțe care să poată fi injectată în rocă și să redea forma acestuia după dizolvarea scheletului mineral. Este de la sine înțeles că mulajul obținut va reprezenta exclusiv spațiul poros intercomunicant, de fapt ceea ce interesează în problemele de curgere a fluidelor prin medii poroase. Deci, mulajul va reprezenta geometria spațiului poros efectiv, și nu a spațiului poros absolut.

II. EXECUTAREA MULAJELOR SPAȚIULUI POROS

Pentru obținerea mulajelor spațiului poros s-au utilizat pînă în prezent un număr de 78 de carote luate din 30 de zăcăminte acumulate în opt etaje geologice (de la dacian pînă la dogger). Prepararea carotelor în vederea obținerii mulajelor s-a făcut prin saturarea porilor sub vacuum cu rășină fenolaldehidică cu viscozitate extrem de mică (după ce carotele au fost, în prealabil, spălate cu solvenți) și polimerizarea acesteia timp de 24 ore la temperatura de 85°C.

După procesul de polimerizare carotele au fost reduse prin șlefuirea la grosimea de 2 — 3 mm și resupuse unei temperaturi de 110—120°C timp de două ore, pentru definitivarea procesului de polimerizare.

Eșantioanele au fost apoi introduse într-o baie de HCl cu concentrația de 2—5%, care a fost mărită treptat pînă la 18—20%, durata totală a tratamentului fiind de circa 70 ore. După înlăturarea carbonaților, proba a fost supusă unui tratament cu HFl, de asemenea cu concentrații crescînde, timp de circa 10 zile, pentru dizolvarea și eliminarea totală a scheletului mineral, obținîndu-se astfel un schelet de rășină fenolică, ce reprezintă exclusiv mulajul spațiului poros.

III. ANALIZA MICROSCOPICĂ A SPAȚIULUI POROS

Mulajele obținute arată stricta dependență dintre dimensiunile și forma granulelor componente ale rocii și forma porilor. Din analizele microscopice efectuate asupra probelor naturale și asupra mulajelor s-au putut stabili trei grupe mari de forme ale porilor, și anume :

1. La rocile echigranulare cu o rotunjime pronunțată a granulelor (subrotunjite și rotunjite), porii au forma unei rețele filamentoase cu noduri în punctele de întîlnire a filamentelor, adică în spațiul rămas liber între opt granule, în cazul unei împachetări ideale cubice sau romboidale.

2. La rocile echigranulare nerotunjite (subangulare sau angulare) porii au forme variate și o definire a formei lor este dificilă, în general însă forma filamentoasă este subordonată formei lamelare.

3. La rocile inechigranulare cu granule de formă angulară, subangulară, subrotunjită sau rotunjită se constată cele mai variate forme de pori, de unde rezultă aspectul haotic al mulajului.

Dificultatea alegerii termenilor de exprimare a aspectului mulajelor este destul de mare, avînd în vedere lipsa, pînă în prezent, a unei nomenclaturi specifice, precum și faptul că analiza vizuală se face într-un singur plan.

Final s-a hotărît utilizarea următorilor termeni :

— *cribrat*, pentru mulajele porilor rocilor cu granulație fină (pînă la $\varnothing = 0{,}25$ mm) și uniformă ;

— *spongios*, pentru mulajele porilor rocilor echigranulare sau ușor inechigranulare cu granulație medie (pînă la $\varnothing = 0{,}50$ mm), elementele componente fiind de formă subangulară pînă la rotunjită ;

— *dentritiform*, pentru mulajele porilor rocilor cu o pronunțată inechigranularitate și cu forma granulelor, în general, angulară.

S-au mai utilizat termenii de lamelar, pentru mulajele porilor cu aspect de fagure, și de scoriaceu, pentru mulajele porilor rocilor cu o pronunțată inechigranularitate și cu formele cele mai diferite ale granulelor. Aspectul intermediar al unor mulaje de pori a implicat și denumiri combinate, ca : spongios fin cribrat sau spongios zonar cribrat etc.

Dependența dintre parametrii fizici ai unor roci cu mulaje asemănătoare se datorește, probabil, în principal unei diferențe în dimensiunea porilor insesizabilă vizual, tortuozității diferite a porilor și, posibil, existenței în spațiul poros a unor particule fine. Într-un mulaj rupt s-a constatat, în afara porilor propriu-ziși ai rocii, existența unor pori de o finețe excesivă, în directă legătură cu porii principali, și care — probabil — aparțin însăși porozității cimentului. În foarte multe carote cercetate la microscop înainte de saturarea cu rășina fenolaldehidică s-a observat existența unor vacuole și canalicule de dizolvare, care în mulaj au dimensiuni mult mai mari decît dimensiunile medii ale porilor.

Majoritatea probelor de rocă pe care s-au executat mulaje se încadrează în tipul de roci subgranwacke (silice circa 75%) și ortocuarțite (silice 95—99%), pentru acest ultim tip caracteristică fiind gresia de Kliwa. Toate probele cercetate pînă în prezent și pe care s-au efectuat mulaje ale spațiului poros fac parte din grupa rocilor elastice cu structură psamitică ; de altfel, în aceste roci este înmagazinată marea majoritate a zăcămintelor de hidrocarburi din R.P.R.

Din cele 78 de probe de rocă pe care s-au efectuat mulaje ale spațiului poros, 27 au mulaje cu aspect cribrat ; 11 — mulaje cu aspect intermediar între cribrat și spongios ; 16 — mulaje cu aspect pregnant spongios ; 3 — mulaje scoriaceu (în majoritate sînt mulaje degradate) și 1 probă — cu mulajul total alterat.

În continuare se va arăta care sînt caracteristicile fiecărui tip de mulaj în legătură cu tipul de rocă și care este corelația între acestea și proprietățile fizice principale ale rocii.

Rocile al căror mulaj al spațiului poros este de tip cribrat se caracterizează, în general, prin finețea granulației și uniformitatea acesteia, parametrii fizici fiind următorii : porozitatea efectivă între 20 și 30% (majoritatea probelor avînd porozitatea cuprinsă între 20 și 24%), permeabilitatea absolută fiind cuprinsă între

Planșa I

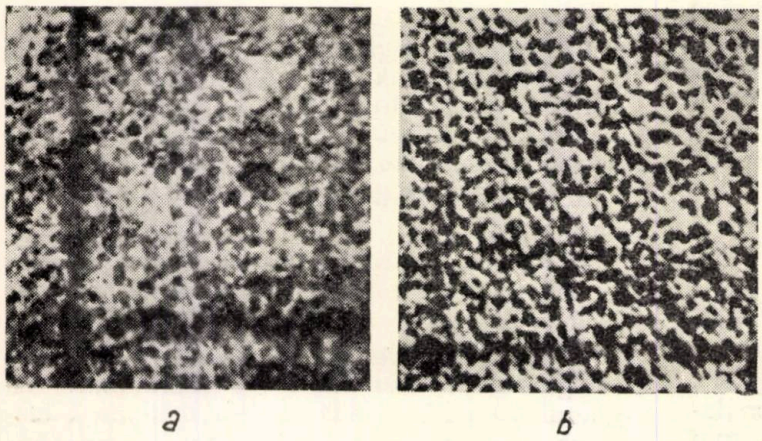


Fig. 1. Gresie cuarțitică echigranulară cu bobul fin subangular pînă la subrotunjit ; vîrsta : dogger (×22) ; porozitatea efectivă 23,66%, permeabilitatea absolută : 104,871 mD : *a* — roca natur. ; *b* — mulajul porilor.

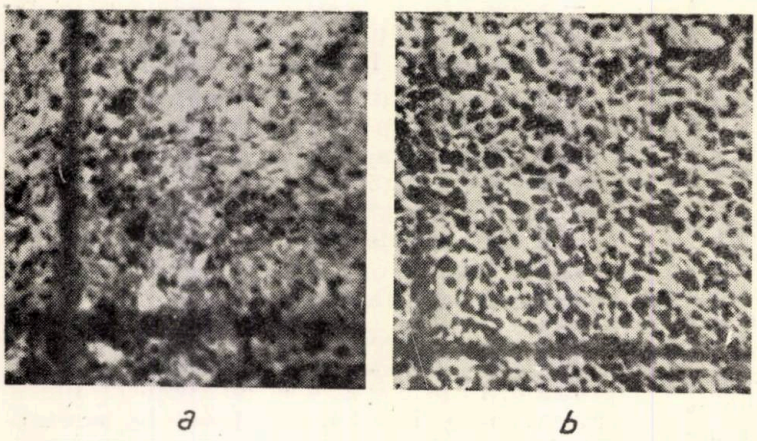


Fig. 2. Gresie cuarțitică echigranulară cu bobul fin subrotunjit pînă la rotunjit ; vîrsta : oligocen kliwa (×22) ; porozitatea efectivă 22,98%, permeabilitatea absolută : 78,711 mD : *a* — roca natur. ; *b* — mulajul porilor.

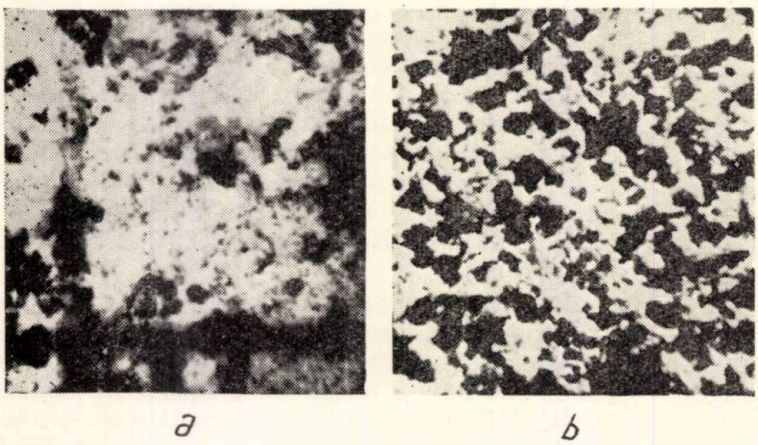


Fig. 3. Gresie silicioasă inechigranulară cu bobul fin pînă la mediu, subangulară pînă la subrotunjit ; vîrsta : sarmațian (×22) ; porozitatea efectivă 22,98% ; permeabilitatea absolută : 78,711 mD : *a* — roca natur. ; *b* — mulajul porilor.

50 și 200 mD. Pentru exemplificare, în planșa I se dau microfotografiile a două roci și a mulalajului spațiului póros al acestora (fig. 1 și 2).

În cazul rocilor cu mulaj al spațiului poros de tip spongios, se constată că majoritatea are porozitatea efectivă cuprinsă între 23 și 31%, iar permeabilitatea absolută între 200 și 650 mD (planșa I, fig. 3 și planșa II, fig. 4).

Pe o serie de roci s-au obținut mulaje cu aspect intermediar între cribrat și spongios, la care corespund și valori intermediare, între cele două tipuri, ale parametrilor fizici.

Mulajele de tip dentritiform corespund, așa cum s-a arătat, rocilor cu o pronunțată inechigranularitate și cu forma granulelor, în general, angulară. Parametrii fizici determinați pe aceste roci sînt : porozitatea efectivă între 15 și maximum 28%, iar permeabilitatea absolută are valori cuprinse între 15 și 130 mD.

Planșa II

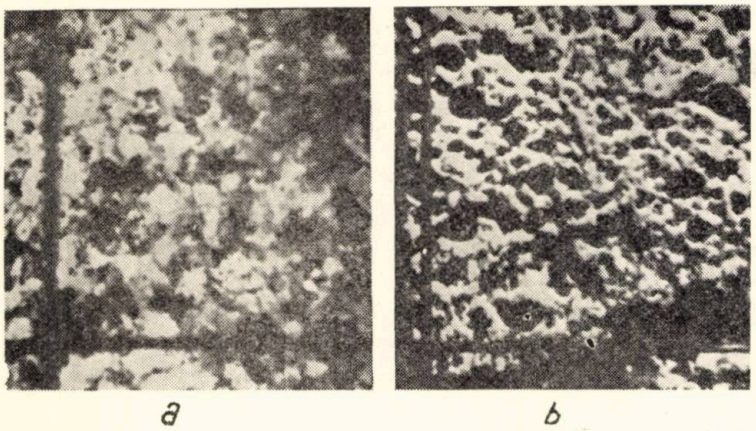


Fig. 4. Gresie silico-calcaroasă slab cimentată, inechigranulară cu bobul rotunjit, fin pînă la mediu ; vîrsta : meoțian (×22) ; porozitatea efectivă : 30,59%, permeabilitatea absolută : 239,380 mD :
a – roca natur. ; *b* – mulajul porilor.

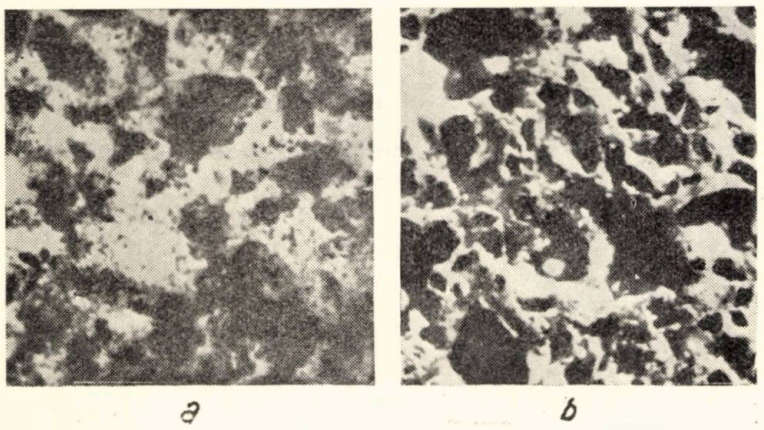


Fig. 5. Gresie cuarțitică bine cimentată inechigranulară cu bobul subangular pînă la rotunjit ; vîrsta : sarmațian (×22) ; porozitatea efectivă : ? ; permeabilitatea absolută : 113,501 :
a – roca natur. ; *b* – mulajul porilor.

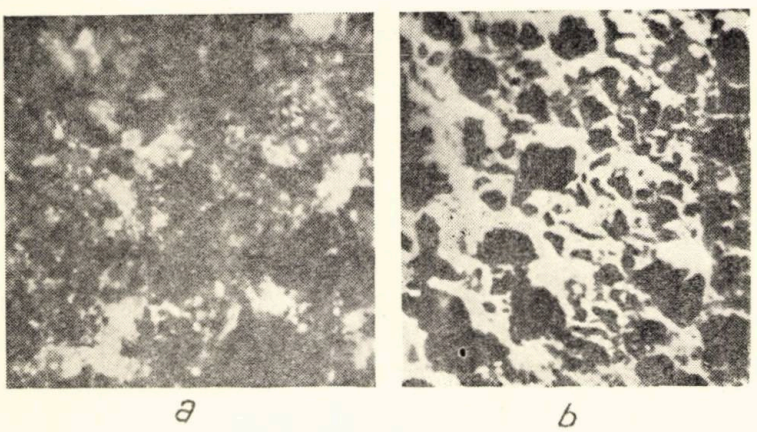
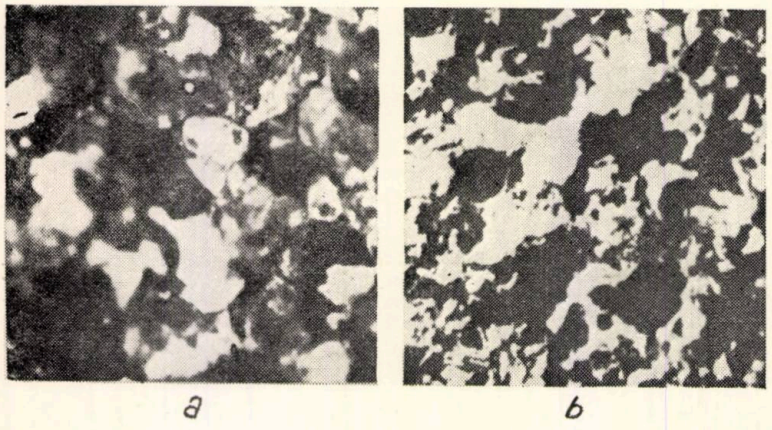


Fig. 6. Nisip silicios slab consolidat inechigranular cu bobul subangular pînă la subrotunjit ; vîrsta : sarmațian (×22) ; porozitatea efectivă : 25,7% ; permeabilitatea absolută : 111,95 mD :
a – roca natur. ; *b* – mulajul porilor.

În planșa II sînt redate microfotografiile a două roci, precum și mulajele acestora (fig. 5—6).

Lucrările efectuate pînă în prezent au dus la rezultate satisfăcătoare și reprezintă un prim pas în cunoașterea aspectului fizic al spațiului



Planșa III

Fig. 7. Gresie silico-calcaroasă inechigranulară, cu bobul mediu pînă la grosier, subangular pînă la subrotunjit, ciment de atingere; vîrsta: sarmațian (×22); porozitatea efectivă: 31,40%; permeabilitatea absolută: 1 433 mD: *a* — roca natur.; *b* — mulajul porilor.

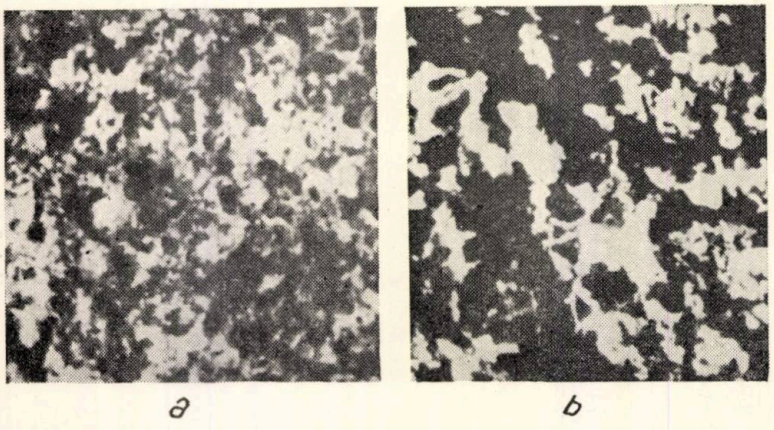


Fig. 8. Gresie silico-calcaroasă inechigranulară cu bobul subangular pînă la subrotunjit; vîrsta: sarmațian (×22); porozitatea efectivă: 33,9%; permeabilitatea absolută: 541,372 mD: *a* — roca natur.; *b* — mulajul porilor.

Rocile cu mulaje ale spațiului poros de tip scoriaceau au porozități, în general, peste 30%, iar permeabilități absolute între 540 și 6 600 mD (planșa III, fig. 7—8).

poros. Clasificarea rocilor-magazin în funcție de aspectul spațiului poros a dus la ușurarea corelării relațiilor permeabilitate—saturație cu permeabilitatea și porozitatea rocilor care se încadrează într-o anumită grupă texturală.

Ing. D. CONSTANTINESCU
şi N. MEREANU

Folosirea rațională a puterii hidraulice la sape

Eficacitatea săpării sondelor este influențată în mod deosebit de sistemul de spălare al sculei de foraj.

Fluidul de foraj, care îndeplinește multe funcțiuni în timpul săpării sondei, cum ar fi : transportarea rocii sfărîmate la suprafață, colmatarea pereților sondei, menținerea de suprapresiune asupra stratului, răcirea sapei etc., are şi rolul deosebit de important pentru sapă şi performanțele ei, şi anume de curățare a tălpii sondei (funcția de spălare). Astfel, pe de o parte se elimină pericolul de ,,manşonare'' a sapei (încărcarea ei cu rocă sfărîmată), care ar duce la micşorarea accentuată a activității ei de foraj, iar pe de altă parte nu se consumă în mod inutil energia pentru sfărîmițarea (măcinarea) detritusului.

În ultimul timp, la construcțiile moderne de sape de foraj, cu spălare exterioară, unde s-a făcut posibil accesul direct la talpă al fluidului de foraj, în afara faptului că spălarea propriu-zisă s-a îmbunătățit simțitor, există şi posibilitatea folosirii energiei hidraulice a fluidului de foraj direct la efectul de dizlocare a rocilor, aşa-numitul ,,foraj cu jet'' sau ,,hidromonitor''

În cele ce urmează se vor analiza unele aspecte ale funcțiunilor fluidului de foraj, insistîndu-se în mod special asupra funcției de spălare şi asupra forajului cu jet, aspecte legate de folosirea rațională a puterii hidraulice la săparea sondelor.

★

INFLUENȚA SPĂLĂRII ASUPRA PERFORMANȚELOR SAPEI

Spălarea eficientă a tălpii sondei şi a sapei influențează direct asupra performanțelor de foraj. O spălare insuficientă duce la micşorarea vieții sapei, prin uzarea danturii, datorită frecării cu detritusul dizlocat, dar neevacuat, de pe talpa sondei. În ceea ce priveşte viteza mecanică de foraj, se constată că, în anumite limite, este influențată direct de valoarea debitului de circulație al fluidului de foraj folosit.

În alegerea debitului de circulație optim, condiția inițială care se impune este asigurarea unei viteze ascensionale a fluidului de foraj, necesară pentru transportul detritusului la suprafață. Practic, viteza ascensională s-a dovedit a fi suficientă dacă are valoarea cuprinsă în limita 0,6—1 m/s. În diagrama din figura 1 sînt reprezentate variațiile debitului de fluid de foraj în funcție de diametrul găurii sondei (sapei sau interiorului coloanei tubate), pentru diferitele coloane de foraj, calculate pentru

asigurarea unei viteze ascensionale minime de 0,6 m/s (în anexa 1 este dată tabela de calcul).

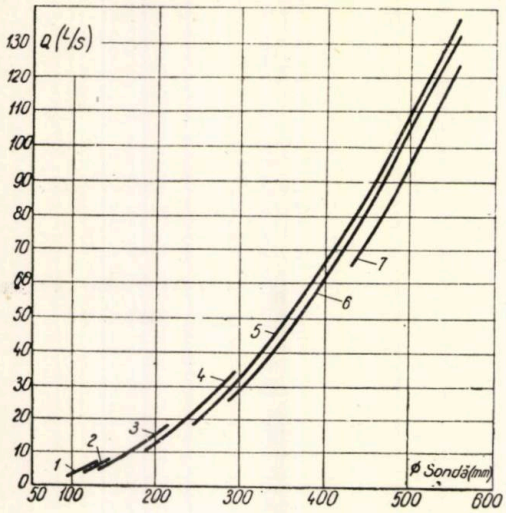


Fig. 1:

1 – prăjină $2^{3}/_{8}$"; *2* – prăjină $2^{7}/_{8}$"; *3* – prăjină $3^{1}/_{2}$"; *4* – prăjină $4^{1}/_{2}$"; *5* – prăjină $5^{9}/_{16}$"; *6* – prăjină $6^{5}/_{8}$"; *7* – prăjină $8^{5}/_{8}$".

Anexa 1

TABELĂ DE CALCUL PENTRU VARIAȚIA DEBITULUI FLUIDULUI DE FORAJ FUNCȚIE DE DIMENSIUNILE COLOANEI DE PRĂJINI ȘI SONDEI

Nr. crt.	Ø prăjină, țoli = mm, STAS 217-53	Ø sondă (Ø sapă), mm STAS 328-62	Secțiune inelară, cm²	Debit, l/s		
				viteza ascensională, m/s		
				0,6	0,8	1
1	2 3/8=60,3	93	39,3	2,4	3,1	3,9
		95	42,3	2,5	3,4	4,2
		97	45,3	2,7	3,6	4,5
		105	58,0	3,5	4,6	5,8
		108	63,0	3,8	5,0	6,3
		112	69,9	4,2	5,6	7,0
		115	75,3	4,5	6,0	7,5
		118	88,8	5,3	7,1	8,9
		124	92,2	5,5	7,4	9,2
		129	102,1	6,1	8,2	10,2
2	2 7/8 = 73	115	62,0	3,7	5,0	6,2
		118	67,5	4,1	5,4	6,7
		124	78,9	4,7	6,3	7,9
		129	88,8	5,3	7,1	8,9
		132	94,9	5,7	7,6	9,5
		135	101,3	6,1	8,1	10,1
		140	112,0	6,7	9,0	11,2
		143	118,7	7,1	9,5	11,9
3	3 1/2=88,9	132	74,7	4,5	6,0	7,5
		135	81,1	4,9	6,5	8,1
		140	91,8	5,5	7,3	9,2
		143	98,5	5,9	7,9	9,8
		145	103,0	6,2	8,2	10,3
		152	119,4	7,2	9,6	11,9
		161	141,5	8,5	11,3	14,1
		171	167,6	10,0	13,4	16,8
		185	206,7	12,4	16,5	20,7
		190	221,4	13,3	17,7	22,1
		194	233,5	14,0	18,7	23,3
		200	252,1	15,1	20,2	25,2
		212	290,9	17,4	23,2	29,1
		214	297,6	17,8	23,8	29,8

continuare anexa 2

Nr. crt.	Ø prăjină, țoli = mm STAS 217-53	Ø sondă (Ø sapă), mm STAS 328-62	Secțiune inelară, cm²	Debit, l/s		
				Viteza ascensională, m/s		
				0,6	0,8	1
4	4 1/2 = 114,3	185	166,2	10	13,3	16,6
		190	180,9	10,8	14,5	18,1
		194	193,0	11,6	15,4	19,3
		200	211,6	12,7	16,9	21,2
		212	250,4	15,0	20,0	25,0
		214	257,1	15,4	20,6	25,7
		229	309,3	18,5	24,7	30,9
		235	331,1	19,8	26,5	33,1
		243	361,2	21,6	28,9	36,1
		251	388,3	23,3	31,0	38,8
		269	465,7	28,0	37,3	46,6
		279	508,8	30,6	40,6	50,9
		295	580,9	34,8	46,5	58,1
5	5 9/16 = 141,3	243	307,0	18,4	24,6	30,7
		251	334,1	20,0	26,7	33,4
		269	411,5	24,6	32,9	41,1
		279	454,6	27,2	36,3	45,5
		295	526,7	31,6	42,2	52,7
		298	540,7	32,4	43,3	54,1
		305	573,8	34,4	45,8	57,4
		310	598,0	35,9	47,8	59,8
		320	647,5	38,8	51,8	64,7
		346	783,4	47,0	62,7	78,3
		374	941,8	50,5	75,3	94,2
		394	1 062,4	63,6	85,0	106
		432	1 308,9	78,5	104,5	131
		440	1 363,7	81,8	109,0	136
		445	1 398,5	83,6	112,0	140
		470	1 578,1	94,5	126,0	158
		490	1 728,9	103,5	138,0	173
		559	2 297,4	138,0	183	230
6	6 5/8=168,3	295	460,7	27,7	36,9	46,1
		298	474,7	28,4	38	47,5
		305	507,8	30,4	40,6	50,8
		310	532,0	31,9	42,5	53,2
		320	581,5	34,9	46,5	58,1
		346	717,4	43,0	57,5	71,7
		374	875,8	52,6	70,0	87,6
		394	996,4	59,8	80,0	99,6
		432	1 242,9	74,5	99,0	124,0
		440	1 297,7	77,7	104	130
		445	1 332,5	80,0	107,0	133
		470	1 512,1	91,0	121,0	151,0
		490	1 662,9	100,0	133,0	166,0
		559	2 231,4	134,0	178,0	223,0
7	8 5/8=219,1	432	1 087,7	65,2	87,0	109,0
		440	1 142,5	68,5	91,5	114,0
		445	1 177,3	70,5	94,0	118,0
		470	1 356,9	81,3	108,0	136,0
		490	1 507,7	90,4	120,0	151,0
		559	2 076,2	124	166,0	208,0

★

Condiția de bază necesară în alegerea debitului optim de circulație este însă asigurarea spălării efective a tălpii sondei.

Conform relației de variație a vitezei mecanice v, funcție de debitul Q :

$$v = \frac{Q}{a + b\,Q},$$

(în care a și b sînt constante ce depind de natura terenurilor forate, tipul sapei, regimul de foraj etc.), experimentată în U.R.S.S., se constată că pentru valori mai mari de 0,043—0,057 l/s·cm² date debitului specific (raportul

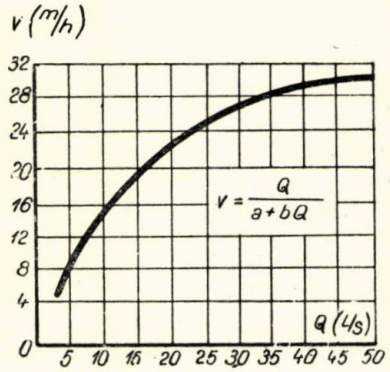


Fig. 2.

dintre debit și suprafața tălpii sondei), practic viteza mecanică nu mai variază o dată cu creșterea debitului, ceea ce înseamnă că se poate considera că spălarea este suficientă în jurul valorii maxime a intervalului indicat mai sus pentru debitul specific. Deci, mărind în continuare debitul, se va consuma în mod inutil energie hidraulică. În figura 2 se arată că, în cazul forajului cu sapele nr. 12, de tipurile M și C, limita maximă a debitului necesar pentru o spălare eficientă este cuprinsă între 50 și 60 l/s. În diagrama din figura 3 este reprezentată

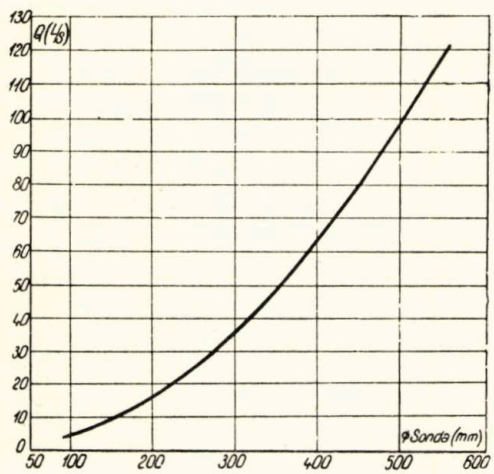


Fig. 3.

variația debitului optim în funcție de diametrul tălpii sondei (în anexa 2 este dată tabela de calcul corespunzător).

Anexa 2

TABELA DE CALCUL AL VARIAȚIEI DEBITULUI OPTIM FUNCȚIE DE DIAMETRUL TĂLPII SONDEI

Nr. crt.	Dimensiunea sapei, mm	Suprafața tălpii sondei, cm²	Debitul optim necesar, l/s
1	93	67,9	3,4
2	95	70,9	3,5
3	97	73,9	3,7
4	105	86,6	4,3
5	108	91,6	4,6
6	112	98,5	4,9
7	115	103,9	5,2
8	118	109,4	5,5
9	124	120,8	6,1
10	129	130,7	6,5
11	132	136,8	6,8
12	135	143,2	7,2
13	140	153,9	7,7
14	143	160,6	8,0
15	145	165,1	8,3
16	152	181,5	9,1
17	161	203,6	10,3
18	171	229,7	11,6
19	185	268,8	13,4
20	190	283,5	14,2
21	194	295,6	14,8
22	200	314,2	15,7
23	212	353	17,7
24	214	359,7	18,0
25	229	411,9	20,6
26	235	433,7	21,7
27	243	463,8	23,2
28	251	490,9	24,6
29	269	568,3	27,9
30	279	611,4	30,6
31	295	683,5	34,2
32	298	697,5	34,9
33	305	730,6	36,9
34	310	754,8	37,7
35	320	804,3	40,2
36	346	940,2	47,2
37	374	1 098,6	54,8
38	394	1 219,2	61,0
39	432	1 465,7	73,3
40	440	1 520,5	76,2
41	445	1 555,3	77,8
42	470	1 734,9	86,8
43	490	1 885,7	94,4
44	559	2 454,2	122,8

Analizînd simultan cele două condiții studiate mai sus, rezultă că, în general, pentru dimensiunile mici și mijlocii de sondă trebuie avută în vedere condiția de curățare a tălpii, iar pentru dimensiunile mari, condiția de asigurare a vitezei minime ascensionale (în fig. 4 este reprezentată variația debitului optim al fluidului de foraj, în funcție de dimensiunea sondei și garniturii de prăjini utilizate, ținînd cont de ambele condiții ce se impun).

Alte condiții de care trebuie să se țină cont sînt legate, în special, de problema forajului cu turbina și, în general, de forajul cu turația mare.

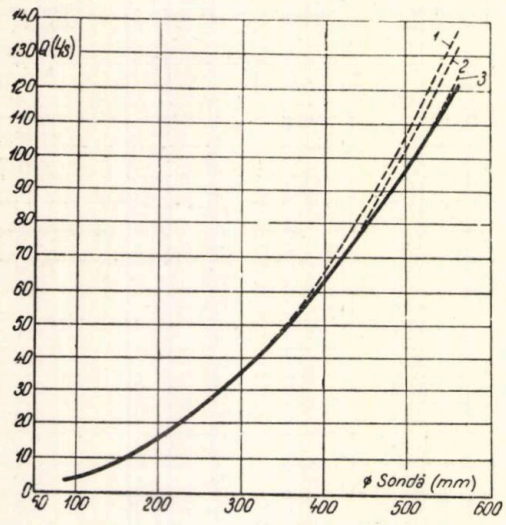


Fig. 4:
1 — pentru prăjini $5^{9}/_{16}''$; *2* — pentru prăjini $6\,^{5}/_{8}''$; *3* — pentru prăjini $8\,^{5}/_{8}''$.

În cazul forajului cu turbina, o parte din fluidul de foraj nu ajunge la talpa sondei, datorită pierderilor de lichid prin neetanșarea lagărului său inferior. Literatura de specialitate recomandă ca, în acest caz, debitul de fluid să fie mai mare cu 25% în medie. De asemenea, mărirea debitului fluidului de foraj influențează în mod indirect performanțele obținute prin schimbarea, în acest caz, a regimului de funcționare a turbinei (de exemplu mărirea turației etc.).

În plus, în cazul forajului cu turații foarte mari (în special la folosirea motoarelor de fund), există de asemenea pericolul ca la un debit de circulație insuficient detritusul să nu aibă timp să părăsească imediat talpa sondei și, deci, să fie sfărîmițat inutil, la talpă.

FORAJUL CU JET

În ultimul timp, pentru a fi mărită eficacitatea spălării, se utilizează într-o măsură din ce în ce mai mare un nou tip de construcție a sapelor de foraj, la care fluidul de circulație ajunge în mod direct la talpa sondei. Este vorba de sistemul de spălare exterioară (fig. 5). În acest caz, se constată că pentru a fi îndeplinită condiția impusă mai sus este suficientă existența unei presiuni de 5 kgf/cm² a jetului ce acționează direct pe talpă, pentru a se asigura o curățare perfectă de detritus.

Plecîndu-se de la această constatare, s-a observat că, în special pentru terenurile moi și tari, mărind viteza de ieșire a jetului, prin orificiile de spălare se obține în plus un efect hidromonitor, adică jetul de fluid contribuie efectiv la dizlocarea rocii (avîndu-se de-a face cu așa-zisul „foraj cu jet"). În experimentările efectuate s-a constatat că pentru viteza de ieșire a fluidului de circulație de 45 — 70 m/s, viteza

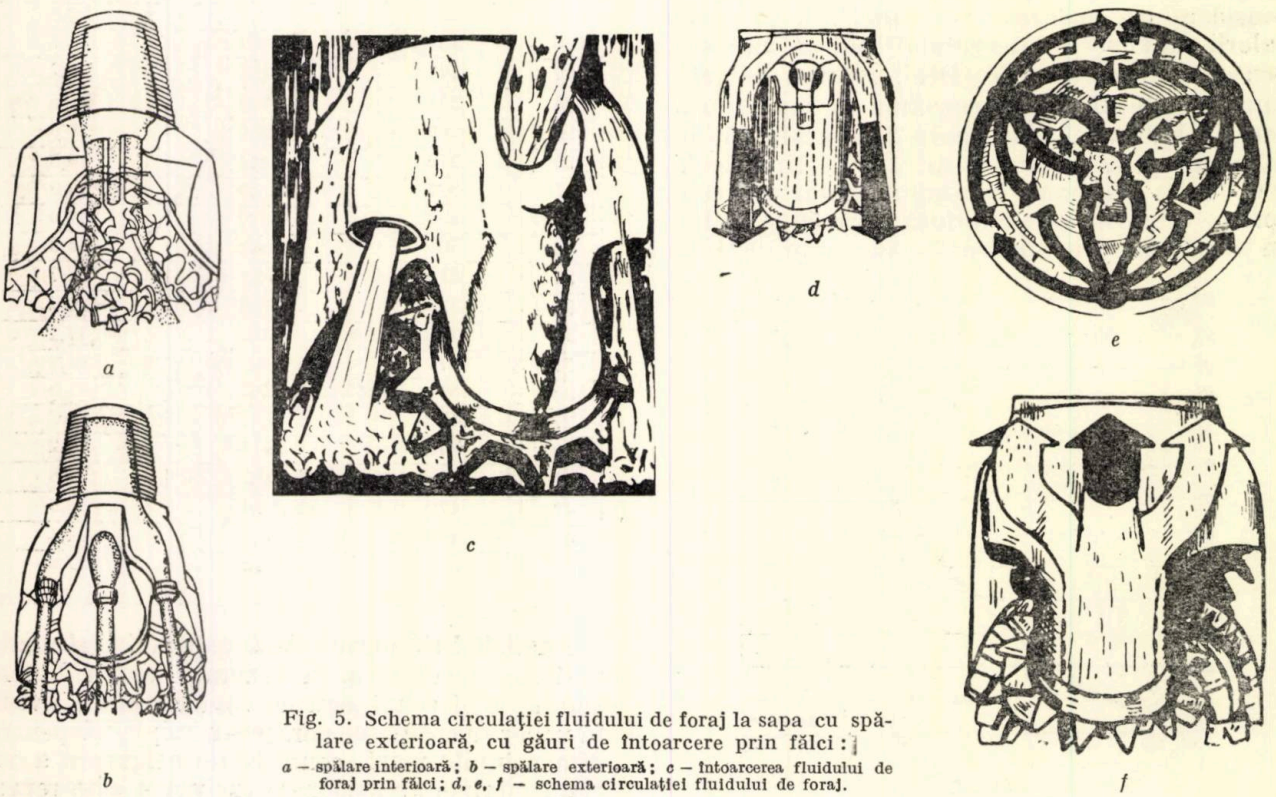


Fig. 5. Schema circulației fluidului de foraj la sapa cu spălare exterioară, cu găuri de întoarcere prin fălci:
a — spălare interioară; *b* — spălare exterioară; *c* — întoarcerea fluidului de foraj prin fălci; *d*, *e*, *f* — schema circulației fluidului de foraj.

mecanică de foraj creşte simţitor şi, în acelaşi timp, are loc o prelungire efectivă a vieţii sapei. În tabela 1 s-au indicat rezultatele experimen-

Tabela 1

Prima serie de experienţe			A doua serie de experienţe		
Diametrul ajutajelor, mm	Viteza de scurgere a curentului, m/s	Viteza mecanică de foraj, m/h	Diametrul ajutajelor, mm	Viteza de scurgere a curentului, m/s	Viteza mecanică de foraj, m/h
15,9	109,5	45,3	15,9	98,4	28,2
25,4	42,6	21,6	25,4	38,7	15,9
34,9	22,5	18,9	52,4	9,0	8,4

tărilor făcute în U.R.S.S. în acest sens, la forajul în terenuri moi.

Eficacitatea forajului cu jet este proporţională cu produsul dintre debitul de circulaţie şi viteza de ieşire a jetului, conform formulei $E = K.Q.v$. Debitul se alege conform considerentelor menţionate anterior. Deci rezultă că, pentru mărirea eficacităţii jetului, se acţionează în primul rînd asupra vitezei de ieşire. Este nerentabil, din punctul de vedere al consumului de energie, să se mărească în plus debitul, pentru a mări eficacitatea de foraj, din cauza creşterii pierderii totale de presiune. În cazul măririi vitezei de ieşire cresc numai pierderile de presiune prin duze, celelalte rămînînd constante (se ştie că pierderea de presiune este proporţională cu pătratul debitului). Cercetătorul sovietic A. Ko-

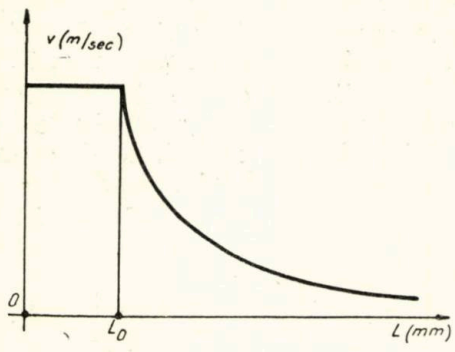


Fig. 6. Variaţia vitezei jetului de fluid funcţie de distanţa la talpă.

zodoi a dovedit că, amplasînd orificiul de ieşire al jetului fluidului de foraj la o distanţă de pînă la 5—6 ori diametrul său, faţă de talpă, se obţine un efect maxim şi că la dublarea acestei distanţe efectul scade la 40—45% (în figura 6 este reprezentată variaţia vitezei jetului de fluid, în funcţie de distanţa la talpă). Totodată s-au studiat şi diferite profile ale orificiului de ieşire, în scopul realizării acestui efect, obţinîndu-se forme constructive uşor de realizat practic.

O problemă deosebită care se pune la acest gen de construcţie este obţinerea unei pierderi minime de presiune prin sapă. Dat fiind că, la trecerea prin orificii (în general duzate), căderea de presiune are valori mari, de exemplu la viteza de 70 m/s pierderea de presiune corespunzătoare, în condiţii normale, este de aproximativ 50 kgf/cm^2, constructorii de sape s-au străduit să obţină un minimum de pierderi de presiune, în celelalte regiuni ale interiorului sapei. Astfel, au apărut construcţii ale fălcilor sapelor cu interiorul „amenajat", care permit o scurgere continuă, optimă, a fluidului de foraj.

În diagrama din figura 7 sînt reprezentate variaţiile vitezelor de ieşire ale jetului şi pierde-

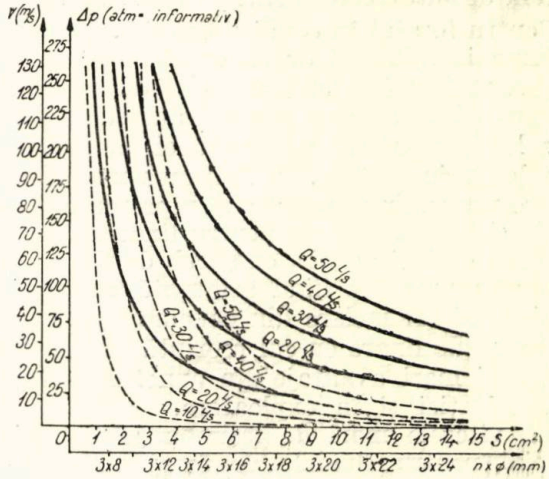


Fig. 7:
——— viteză; · · · · presiune.

rile de presiune corespunzătoare, prin duze, în funcţie de dimensiunile orificiilor de ieşire (duzelor) pentru debitele utilizate în mod curent (şi greutatea specifică a fluidului de foraj în limitele 1,2—1,8 kgf/dm^3).

La sistemul de spălare exterioară, care se realizează printr-o construcţie specială cu bosaje exterioare ale fălcilor sapelor cu role, de exemplu bosaje care obturează o parte din secţiunea de întoarcere, în dreptul sapei, construcţiile moderne au fost prevăzute cu orificii în fălci, pentru uşurarea întoarcerii fluidului de foraj. În plus, cu ajutorul acestui sistem, s-a obţinut şi un traseu obligatoriu pentru fluidul de foraj, care este astfel nevoit să spele şi partea superioară a conurilor (fig. 5).

REALIZĂRI ÎN R.P.R.

Pentru îmbunătăţirea spălării tălpii sondei şi deci mărirea eficacităţii de foraj, în ţară s-au proiectat şi executat numeroase tipuri de sape cu sistem de spălare exterioară.

Astăzi, cu excepţia sapelor de diametru mare, unde există un sistem de spălare combinat, marea majoritate a sapelor sînt construite numai cu spălare exterioară. În timpul experimentărilor sapelor cu role, cu spălare exterioară, s-a constatat o îmbunătăţire efectivă

a performanțelor de foraj, la aceasta contribuind în mare măsură și acest sistem modern de spălare adoptat. Astfel, la experimentarea sapelor nr. 12 pentru terenuri medii și moi, s-au obținut creșteri de peste 80% la metraj și 70% la viteza mecanică, față de sapele comparative, eliminîndu-se și efectul de „manșonare", care se întîlnea frecvent la sapele de tip vechi, în terenurile plastice.

În figura 8 sînt reprezentate în secțiune sapele cu trei conuri R21Cb și R8Mb de construcție modernă, sape ce au intrat în producția de serie, prevăzute cu spațiu interior amenajat și cu sistem de întoarcere, pentru fluidul de foraj.

Pentru forajul în condiții diferite, funcție de puterea instalată și de sistemul propriu-zis de săpare aplicat (cu masa sau cu turbina), a fost necesară introducerea posibilității schimbărilor duzelor în șantier, s-a trecut deci, de la fixarea duzelor prin sudură, la aplicarea unor sisteme demontabile. În figura 9 sînt reprezentate diferitele sisteme încercate pentru fixarea duzelor: cu filet, cu inel elastic, cu șurub de fixare și cu cui, etanșarea lor fiind asigurată cu ajutorul unei garnituri inelare din cauciuc, de tip „0". Sistemul de fixare cu cui prezintă dintre toate cele mai mari avantaje din punctul de vedere al fabricației și în exploatare.

La vitezele mari de ieșire a jetului, și în special pentru fluidele de foraj cu conținut mare de nisip, s-au experimentat duze din material mineralo-ceramic, obținîndu-se o rezistență foarte mare la uzură (în plus duzele putînd fi chiar recuperate). Actualmente se încearcă fixarea acestui fel de duze prin procedeul cu „cui", care prezintă mari avantaje, pentru uzinare și exploatare, o dată cu extinderea utilizării lor.

CONCLUZII

Pentru folosirea rațională a puterii hidraulice la sape, în condițiile moderne de foraj, se impune a se ține cont în viitor de următoarele:

1. La stabilirea debitului de circulație optim, este necesar să se asigure, în primul rînd, viteza

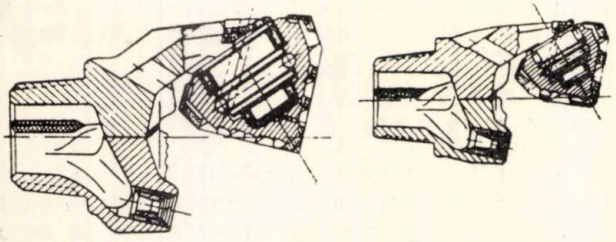


Fig. 8. Sapele cu trei conuri R 12 Cb și R8 Mb.

ascensională a fluidului de foraj în limitele prescrise, iar în al doilea rînd, debitul specific necesar curățării perfecte a tălpii sondei. În plus, la forajul cu turbina, în cazul pierderilor de debit prin neetanșeitate, trebuie să se țină cont de necesitatea măririi debitului de circulație, în medie cu 25%.

2. După stabilirea debitului necesar funcție de puterea instalată disponibilă și de sistemul de foraj folosit, se alege dimensiunea duzelor

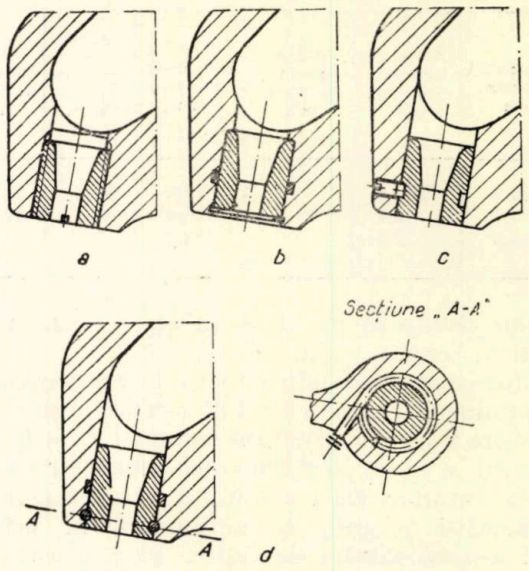


Fig. 9.

sapei, astfel încît să se asigure o viteză de ieșire maximă, pentru a se putea obține o eficacitate hidraulică maximă de săpare în condiții moderne cu scule de foraj cu spălare exterioară. La proiectarea regimului de foraj să se aibă în vedere că rezultate îmbunătățite efectiv se pot obține în cazul forării cu viteze de ieșire a jetului fluidului de foraj de minimum 70 m/s.

Pentru realizarea operativă a celor de mai sus propunem difuzarea în șantierele de foraj, la nivelul șefilor de brigadă, de abace sau rigle speciale, pentru calculul hidraulic.

3. Executarea de game de duze schimbabile, depozitate în șantierele de foraj, pentru a se putea face față condițiilor variate existente. În acest scop, trebuie dusă atît pe linie de proiectare, cît și în execuție, o acțiune de tipizare a elementelor componente ale sistemului de spălare (duze, garnituri etc.), paralel cu stabilirea unui mod unic de fixare. De asemenea, introducerea în producția de serie a duzelor mineralo-ceramice va aduce mari avantaje economice și de utilizare.

4. Pentru realizarea regimurilor optime de foraj, este necesar să fie grăbită acțiunea de introducere în exploatare a pompelor de mare putere, mai ales în condițiile noi ce se impun la forajul de mare adîncime și la extinderea continuă a utilizării turbinei de fund.

5. Pe linie de cercetări, să se stabilească în viitorul apropiat:

— valoarea efectului hidromonitor în terenurile tari;

— pierderile de presiune exacte, în sapă, pe tipodimensiuni;

— eficacitatea ce se va obține prin mărirea în continuare a vitezelor de ieșire a jetului fluidului de circulație;

— valoarea economică (rentabilitatea) a măririi produsului dintre valorile debitului și viteza de ieșire și ponderea fiecărui din acești doi factori.

BIBLIOGRAFIE

[1] Fedorov, V. S. *Proiectarea regimurilor de foraj*, traducere din l. rusă, I.D.T. 1959.

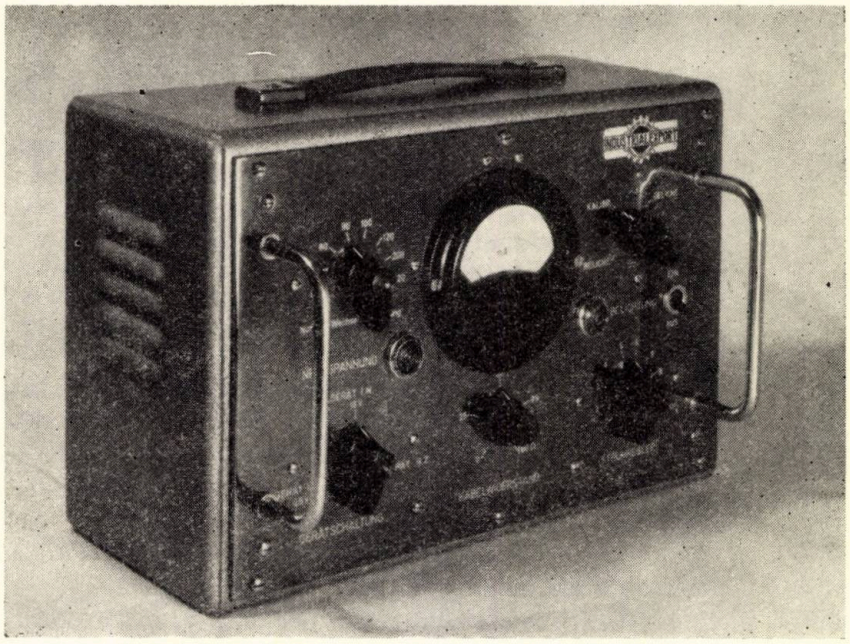
[2] Kozodoi, A. K. *Determinarea parametrilor jeturilor hidromonitoare înecate*. În : Nefti i gaz, nr. 6, 1959.

[3] Kozodoi, A. K. *Construirea și amplasarea duzelor la sapele hidromonitoare*. În : : Nefti i gaz, nr. 9, 1959.

[4] Van Linghen, N. H. *Curățarea tălpii, un factor principal care influențează viteza de avansare în forajul de adîncime*. În : Journal of petroleum technology, febr. 1962.

[5] Malikov, I. A. *Teoria și practica exploatării sapelor cu jet în S.U.A.* Gostoptehizdat, Moscova, 1958.

[6] Constantinescu, D. și Mereanu, N. *Modernizarea construcției sapelor cu role — mijloc de mărire a eficacității în forajul sondelor în R.P.R.* În : Buletinul I.T.C.M.E., 1—2, 1961.



Aparat de control și comandă pentru carotajul radioactiv.

Ing. N. DRAGOTESCU

și ing. V. ROSEN

Propuneri în vederea îmbunătățirii separatoarelor de țiței și gaze folosite în R.P.R.

Țițeiul extras din sonde formează un amestec cu gazele provenite din același zăcămînt.

Prima operație la care este supus acest amestec este separarea lichidului și gazelor, care se efectuează în separatoare.

Separatorul de gaze și de țiței este un vas ermetic închis, fie cilindric vertical sau orizontal, fie sferic, în care, datorită reducerii vitezei amestecului de lichid și de gaze, acestea din urmă se ridică în partea de sus a vasului, iar lichidul cade în partea de jos a acestuia. Astfel, se produce separarea celor două faze, gazoasă și lichidă, care sînt evacuate apoi în conductele respective.

Pentru a asigura o separare cît mai completă a lichidului și a gazelor, un separator trebuie să îndeplinească următoarele condiții :

— Să aibă o secțiune suficient de mare pentru realizarea separării.

— Să aibă o capacitate suficientă, pentru a face față unor creșteri bruște ale debitului din conducta de amestec.

— Să fie suficient de înalt sau de lung, pentru a permite separarea picăturilor de lichid antrenate de gaze.

— Turbulența din corpul principal al separatorului nu trebuie să fie excesivă, căci în caz contrar nu se produce depunerea acestor picături.

— Separatorul trebuie să fie prevăzut cu reținătoare de ceață, în care să fie captate particulele cele mai fine de lichid, dispersate sub formă de ceață în curentul de gaze. Aceste particule trebuie să adere pe reținător, și prin fenomenul de aderență peliculară să dea naștere la picături de lichid suficient de mari pentru a putea cădea prin curentul de gaze.

— Separatorul trebuie să aibă o capacitate suficientă de stocare a lichidului, pentru ca gazele rămase în masa lichidului să aibă timp să se degajă din acesta.

— În afară de dispozitive care să asigure eliminarea gazelor din țiței, separatoarele trebuie să posede și aparatura necesară evitării pătrunderii țițeiului în conductele de gaze și menținerii între limite determinate a nivelului de lichid din camera de separare.

În majoritatea cazurilor, lichidul extras din sonde constă dintr-un amestec de țiței și apă, a cărei separare se face de obicei în rezervoare, în care este dirijat acest amestec după trecerea prin separatoarele de lichid și gaze.

În ultimii ani s-au conceput tipuri noi de separatoare, în care se realizează atît separarea gazelor de lichid, cît şi separarea lichidului în cei doi componenţi : ţiţei şi apă. Procesul folosit constă fie dintr-o decantare bazată pe diferenţa de greutate specifică a celor două lichide în cazul apei libere, fie dintr-o tratare termochimică, în cazurile cînd apa formează o emulsie cu ţiţeiul.

CLASIFICAREA TIPURILOR MODERNE DE SEPARATOARE

a. Clasificarea bazată pe forma separatoarelor

În ceea ce priveşte forma, se folosesc următoarele tipuri de separatoare : cilindrice, care pot fi verticale sau orizontale, şi sferice.

Separatoarele verticale sînt cele mai răspîndite în prezent. La acest tip sînt impuse condiţiile cel mai puţin severe în ceea ce priveşte menţinerea nivelului de lichid, se pot separa mari cantităţi de nisip şi de noroi, iar evacuarea depunerilor de la fundul separatorului se face uşor.

Separatoarele verticale dispun de o secţiune constantă a spaţiului, în care urcă şi coboară lichidul, şi, din această cauză, sînt indicate pentru montarea în interiorul lor de dispozitive pentru măsurarea volumetrică a cantităţii de lichid manipulate.

Datorită acestui avantaj, separatoarele verticale sînt folosite în general în cadrul parcurilor automatizate, în care măsurarea producţiei se face în separatoare.

Separatoarele orizontale sînt mai ieftine, la capacitate egală, decît cele verticale şi necesită legături exterioare mai scurte, deci sînt mai uşor de montat.

În schimb, controlul nivelului din interiorul separatorului şi îndepărtarea sedimentelor depuse sînt mai greu de realizat la tipul orizontal, decît la cel vertical.

Din literatura de specialitate reiese în ultimul timp o oarecare scădere a folosirii separatoarelor orizontale, în special în cadrul parcurilor automatizate, unde se folosesc mai ales separatoarele verticale.

Lungimea unui separator orizontal are un efect mai mare asupra capacităţii de separare decît înălţimea la tipul vertical.

Dată fiind secţiunea variabilă pe verticală a separatoarelor orizontale, instalarea în interiorul lor a unor debitmetre volumetrice se face greu.

Separatoarele orizontale se construiesc în două variante : cu un singur corp, sau cu două corpuri suprapuse.

Separatoarele sferice sînt mai ieftine şi mai compacte la capacitate egală, decît cele cilindrice.

În schimb, posibilităţile lor de a face faţă unor variaţii bruşte de debit sînt mai mici. De asemenea, reglarea nivelului este mai greu de realizat.

b. Clasificarea pe bază de proces tehnologic

Separatoarele cu două faze. În această categorie se încadrează marea majoritate a separatoarelor de toate formele, care asigură separarea gazelor şi lichidului.

Separatoarele cu trei faze s-au extins în ultimul timp, ca efect al tendinţei de măsurare separată a gazelor, ţiţeiului şi apei extrase din sonde.

Această măsurare se efectuează cu debitmetre separate pentru fiecare din cele trei faze.

Totodată, spre a se evita manipularea de mari cantităţi de lichid şi pentru a se preîntîmpina formarea unor emulsii stabile prin pomparea ţiţeiului amestecat cu apă, se recurge de asemenea la folosirea de separatoare de trei faze, care separă gazele din lichid, iar faza, la rîndul său, dispune de timpul necesar pentru separarea ţiţeiului şi apei libere.

Fiecare din aceste două lichide se evacuează separat, cu ajutorul unor dispozitive de menţinere a nivelului constant. Prin cuplarea separatorului cu dispozitive volumetrice de măsurare şi înregistrare, se măsoară cantitatea de ţiţei şi apă manipulate.

În cazul ţiţeiului emulsionat se folosesc separatoare speciale cu trei faze, prevăzute cu dispozitive de încălzire şi de injectare a dezemulsionantului în curentul de lichid, care contribuie la spargerea emulsiei.

Separatoarele măsurătoare—înregistratoare sînt utilizate în special la parcurile automatizate.

Variantele de separatoare de acest tip folosesc următoarele tipuri de dispozitive de măsurare :

— Dispozitive volumetrice, cu ajutorul cărora se măsoară numărul de şarje de lichid trecute prin separator. Dispozitivul se montează fie în interiorul separatorului, fie sub formă de vas separat, situat în exteriorul separatorului propriu-zis.

Acest vas se încarcă şi se descarcă alternativ cu lichidul ieşit din separator. În cazul cînd separatorul este de tipul cu trei faze, i se ataşază două dispozitive volumetrice, unul pentru ţiţei, celălalt pentru apă.

— Dispozitivele gravitaţionale sînt bazate pe înregistrarea numărului de basculări alternative ale unui vas cu două compartimente, care primeşte lichidul sosit de la sondă.

DIMENSIONAREA SEPARATOARELOR DE ŢIŢEI ŞI GAZE

Într-un articol anterior [4] a fost dată relaţia dintre viteza admisibilă a curentului ascendent de gaze dintr-un separator vertical şi viteza de cădere liberă a unei picături de ţiţei. De asemenea a fost indicată o formulă publicată

în literatura sovietică, pentru calculul diametrului unui separator vertical [1].

O altă formulă (în unităţi de măsură engleze) care poate fi folosită pentru dimensionarea separatoarelor este cea indicată de I. M. Campbell [2]:

$$Q = 65\,824.\ C.\ D^2.Z\ (P/P_0)\cdot\left(\frac{\rho_L-\rho_G}{\rho_G}\right)^{1/2},$$

în care:

Q este debitul de gaze, în picioare cubice în 24 ore;
C — o constantă;
D — diametrul interior al separatorului, în picioare;
Z — factorul de compresibilitate al gazelor;
P — presiunea de regim;
P_o — presiunea atmosferică;
ρ_L — greutatea unităţii de volum de lichid;
ρ_G — greutatea unităţii de volum de gaze.

Se menţionează că ultimii patru parametri fiind introduşi în formulă sub formă de raport, este indiferent sistemul de unităţi folosit, fiind necesar numai ca presiunile să fie luate în valori absolute.

Pentru separatoarele verticale se recomandă valoarea $C = 0{,}16 + 0{,}18$.

Pentru cele orizontale se ia $C = 0{,}40 + 0{,}42$.

În ceea ce priveşte înălţimea separatoarelor verticale, prescripţiile A.P.I. prevăd 2,5+3,8 m.

În ultimii ani au apărut în literatură diagrame care permit stabilirea principalelor dimensiuni ale separatoarelor de ţiţei şi gaze.

Astfel, în anul 1955, I. M. Campbell [2] a publicat diagrame pentru determinarea capacităţii de separare în gaze a separatoarelor verticale şi orizontale, în funcţie de presiunea de regim, pentru diferite valori ale diametrului interior al separatorului.

Aceste diagrame au fost reproduse în revista „Petrol şi Gaze" nr. 11, 1958 [4].

În ceea ce priveşte capacitatea de separare în lichid, Campbell consideră că aceasta depinde de presiunea de regim a separatorului şi de secţiunea orificiului de evacuare a lichidului.

Diagramele lui Campbell sînt utile şi au fost efectiv folosite de I.P.S. pentru dimensionări de separatoare. Totuşi, aceste diagrame nu permit o dimensionare completă, deoarece ele nu dau indicaţii directe asupra debitului de lichid, care poate fi trecut printr-un separator şi nu ţin seamă de alţi factori, ca înălţimea coloanei de lichid din separator şi timpul destinat separării amestecului de lichid şi gaze.

În anul 1959, Vernon Smith [3] a propus o nouă serie de diagrame pentru dimensionarea separatoarelor, atît în ceea ce priveşte capacitatea de separare a gazelor cît şi a lichidului.

Totodată se măreşte numărul de parametri folosiţi la dimensionarea separatoarelor, ca înălţimea coloanei de lichid din separator şi timpul în care lichidul traversează separatorul.

Pînă acum cîţiva ani se considera că scopul principal al separării gaz-ţiţei era îndepărtarea cît mai completă a picăturilor de ţiţei din gaze şi se acorda o importanţă mai mică degazificării ţiţeiului.

Or, în prezent marea majoritate a debitmetrelor folosite pentru măsurarea producţiei de ţiţei, în special în parcurile de separatoare automatizate, sînt volumetrice.

În această situaţie, în special în cazul unui ţiţei care dă o spumă persistentă, durata de re-

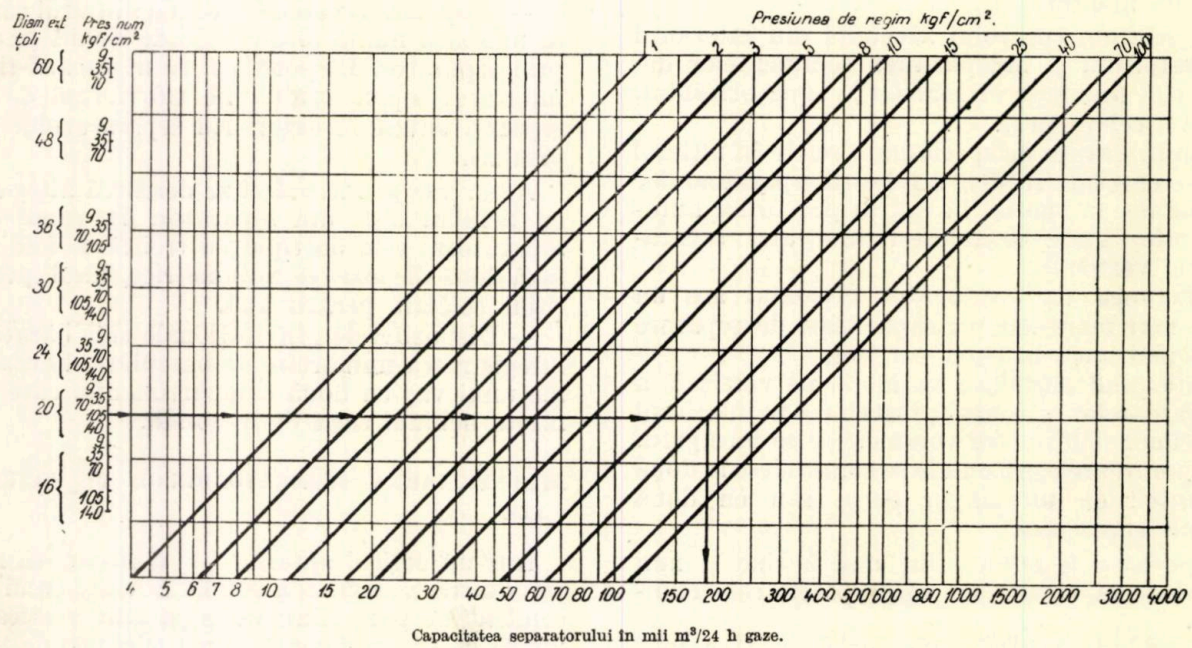


Fig. 1. Capacitatea de separare în gaze a unui separator vertical.

ținere a țițeiului în separator capătă o importanță deosebită, deoarece gradul de gazificare al țițeiului depinde de timpul cît acesta rămîne în separator.

Aceste diagrame se referă la separatoare avînd lungimea corpului de 3 m. În ceea ce privește separatoarele cu un corp mai lung sau mai scurt, autorul diagramelor face constatările de mai jos.

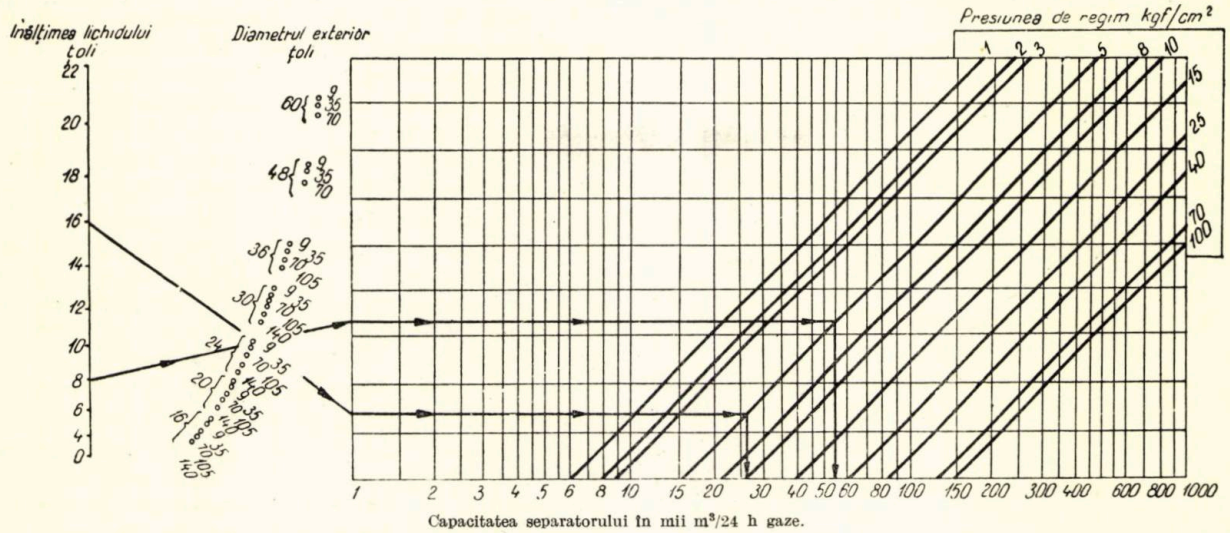


Fig. 2. Capacitatea de separare în gaze a unui separator orizontal.

Indicațiile debitmetrelor volumetrice sînt cu atît mai exacte, cu cît lichidul măsurat este mai bine degazificat.

În consecință, este indicat ca, pentru un țiței cu tendințe de spumare, timpul de separare să fie mărit față de un țitei care nu are astfel de tendințe.

Capacitatea de separare în gaze a separatoarelor verticale este direct proporțională cu secțiunea transversală a acestora, dar este puțin influențată de variația înălțimii corpului.

Astfel, spre exemplu, mărirea înălțimii separatorului de la 3 la 4,5 m contribuie la o creș-

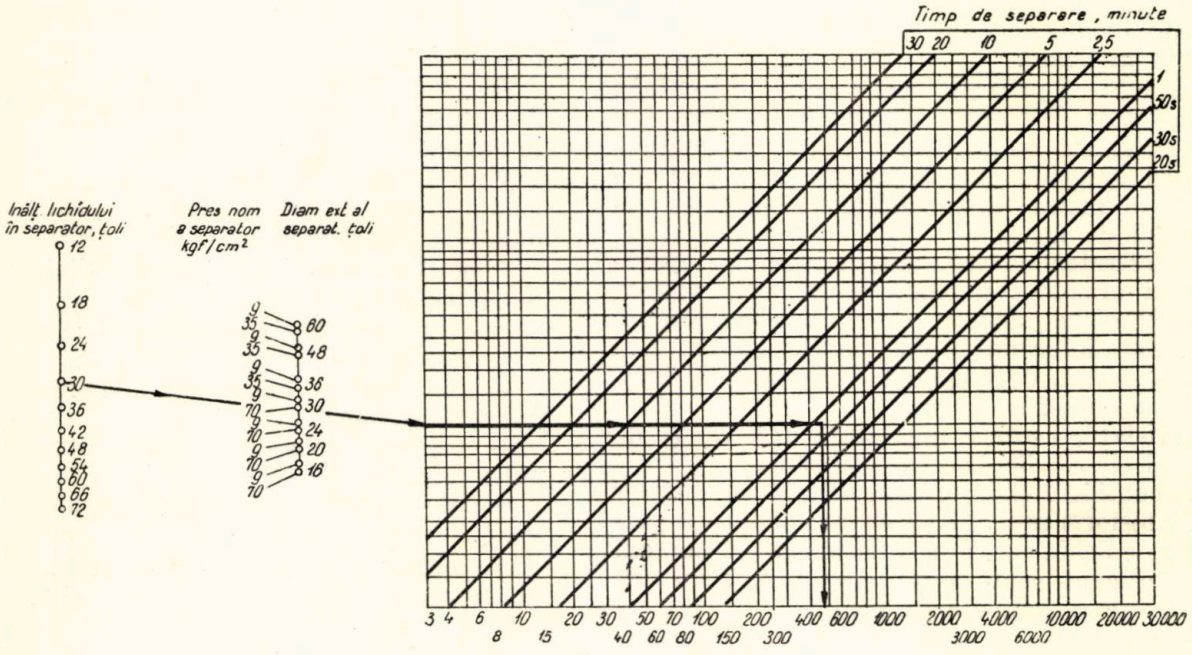


Fig. 3. Capacitatea de separare în lichid a unui separator vertical.

În figurile 1, 2, 3 și 4 se dau diagramele propuse de V. Smith pentru stabilirea capacității de separare în gaze și țiței a separatoarelor orizontale și verticale.

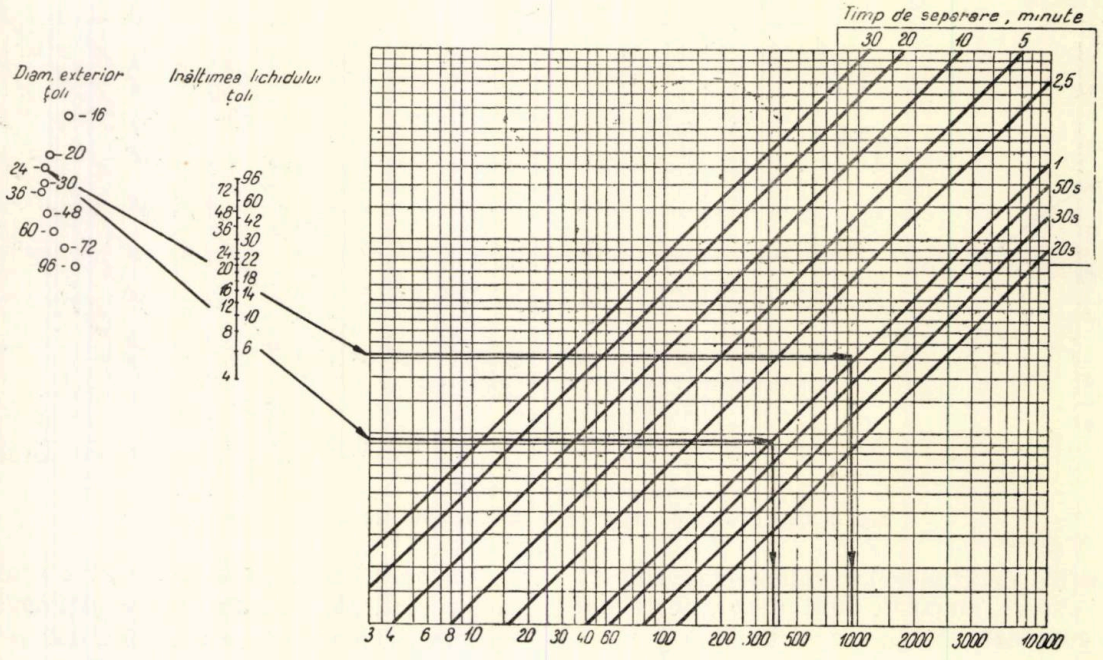
tere a capacității de separare în gaze cu mai puțin de 5%, iar reducerea înălțimii de la 3 la 2,1 m are ca efect scăderea acestei capacități cu mai puțin de 3%.

Capacitatea de separare în lichid a unui separator vertical este direct proporţională cu înălţimea coloanei de lichid în spaţiul de acumulare a acestuia în interiorul separatorului. Se consideră că această înălţime trebuie să fie

Aceste diagrame au fost stabilite pentru următoarele condiţii :

— Temperatura gazelor este mai mare decît cea de formare a hidraţilor.

— Greutatea specifică a gazelor este de 0,65.



Capacitatea separatorului în m³/24 h lichid.

Fig. 4. Capacitatea de separare în lichid a unui separator orizontal.

egală cu 1—3 diametre ale vasului, pentru a asigura o bună degajare a bulelor de gaze conţinute în lichid.

În ceea ce priveşte separatoarele orizontale, capacitatea de separare în gaze a acestora este proporţională cu secţiunea efectiv disponibilă pentru curgerea curentului de gaze, deci depinde de diametrul vasului şi de înălţimea volumului de lichid.

Capacitatea de separare în lichid a separatorului orizontal depinde de volumul afectat acumulării de lichid în interiorul separatorului, deci este determinată de diametrul interior al separatorului, de lungimea acestuia şi de înălţimea coloanei de lichid.

Totodată, această capacitate depinde şi de timpul cît stă lichidul în separator.

Se consideră că la vitezele uzuale ale gazelor din interiorul separatoarelor, se pot separa particule de lichid cu diametrul pînă la 100 microni în cazul cînd în interiorul separatorului nu sînt prevăzute reţinătoare de ceaţă.

În separatoarele în care există astfel de dispozitive, se pot separa picături pînă la diametrul de 30 microni.

Diagramele din figurile 1 şi 2, destinate stabilirii capacităţii de separare în gaze a separatoarelor verticale şi orizontale, folosesc ca parametri de bază presiunea de separare, presiunea nominală de lucru şi diametrul separatorului.

— Curgerea amestecului fluid este continuă.

— Cantitatea de ţiţei antrenat de gaze este mai mică de 135 dm³/1 000 000 Nm³.

Diagramele din figurile 3 şi 4, folosite pentru determinarea capacităţii de separare în lichid, se bazează pe timpul de reţinere a lichidului în interiorul separatorului, înălţimea coloanei de lichid, diametrul separatorului şi presiunea nominală a separatorului.

Diagramele sînt valabile pentru ţiţeiurile care îndeplinesc următoarele condiţii :

— densitatea ţiţeiului sub 0,85 ;

— vîscozitatea ţiţeiului sub 7 cSt ;

— temperatura lichidului mai mare decît punctul de congelare a ţiţeiului ;

— curgerea lichidului este continuă, fără pulsaţii ;

— ţiţeiul nu dă naştere la o spumă persistentă.

Exemple de calcul. Pentru separatoarele verticale se dau exemple în figurile 1 şi 3.

Astfel, un separator vertical cu diametrul exterior de 20″, construit pentru presiunea nominală de 70 atm, funcţionînd cu o presiune de regim de 40 atm, are o capacitate de separare de 185 000 Nm³ gaze/24 h. Această capacitate creşte în cazul ridicării presiunii de separare.

Un separator vertical cu diametrul exterior de 30″ şi înălţimea coloanei de lichid de 30″

are o capacitate de separare de 440 m^3 lichid/24 h, în cazul duratei de separare de 1 min. Capacitatea scade la 80 m^3/24 h, în cazul măririi duratei de separare la 5 min.

Exemplele pentru separatoarele orizontale se pot vedea în figurile 2 şi 4.

Un separator cu diametrul exterior de 24", în care se menţine o înălţime de lichid de 8", are o capacitate de 55 000 Nm^3 gaze/24 h, funcţionînd la presiunea de regim de 5 atm.

Capacitatea de separare în lichid în aceste condiţii este de 370 m^3/24 h, la o durată de separare de 1 min, dar scade la 72 m^3/24 h, în cazul majorării acestei durate la 5 min.

Dublarea înălţimii coloanei de lichid prin majorarea ei la 16" contribuie la o reducere a capacităţii de separare în gaze la numai 26 000 Nm^3/24 h, la aceeaşi presiune de 5 atm.

În acelaşi timp, capacitatea de separare în lichid creşte la aproape 1 000 m^3/24 h, la durata de separare de 1 min, respectiv 185 m^3/24 h, la durata de separare de 5 min.

Se constată influenţa deosebită pe care o are înălţimea lichidului din separatorul orizontal asupra capacităţii acestuia.

CONDIŢIILE DE SEPARARE GAZE – ŢIŢEI ÎN R.P.R.

Din datele statistice rezultă că aproape 84% din sondele din ţară sînt exploatate în prezent prin pompaj de adîncime.

Colectarea gazelor de la parcurile de separatoare, la care sînt racordate aceste sonde, se face la o presiune cel mult egală cu cea necesară evacuării gazelor spre instalaţiile de dezbenzinare.

În multe şantiere cu presiune mică de zăcămînt, se practică însă aspiraţia de gaze din separatoare. În astfel de cazuri presiunea de separare de la parcuri scade la 0—0,5 atm.

În ceea ce priveşte debitele de lichid separate, cel mai puţin încărcate sînt separatoarele de etalonare, în care se separă producţia a cîte unei singure sonde, reprezentînd în general 1—30 m^3/24 h în cazul sondelor exploatate prin pompaj.

Debitele de gaze ale sondelor din această categorie sînt de 1 000—2 000 Nm^3/24 h şi chiar în rare cazuri ating 5 000—10 000 Nm^3/24 h.

În consecinţă, în majoritatea şantierelor separatoarele folosite pentru etalonare, deci circa 75% din totalul separatoarelor, trebuie să funcţioneze la presiunea de 2—3 atm şi să separe debite de gaze şi lichid de ordinul celor arătate mai sus.

În prezent separatoarele se fabrică în R.P.R. în conformitate cu STAS 913-58.

În cadrul prevederilor standardului de mai sus, după presiunea de lucru separatoarele de gaze şi ţiţei sînt de trei tipuri :

- S. G. 8, pentru presiunea de 8 kgf/cm^2;
- S. G. 16, pentru presiunea de 16 kgf/cm^2;
- S. G. 40, pentru presiunea de 40 kgf/cm^2.

Separarea de ţiţei şi gaze la presiuni mai mari de 8 kgf/cm^3 se foloseşte numai în cazuri speciale şi separatorul cel mai frecvent folosit este S.G. 8.

Acest separator este de tipul vertical, cu diametrul exterior de 1 200 mm = 48" şi înălţimea totală a corpului cilindric de 3 600 mm.

În conformitate cu diagrama lui V. Smith, capacitatea de separare pentru gaze a separatorului S.G. 8 este :

- La presiunea de 2 at, capacitatea de separare este de 110 000 Nm^3/24 h.
- La presiunea de 3 at, capacitatea de separare este de 140 000 Nm^3/24 h.
- La presiunea de 4 at, capacitatea de separare este de 170 000 Nm^3/24 h.
- La presiunea de 5 at, capacitatea de separare este de 200 000 Nm^3/24 h.

Pentru determinarea capacităţii de separare a lichidului în separatorul S. G. 8 s-a luat, în conformitate cu planurile de execuţie a acestuia, o înălţime a lichidului în separator de 800 mm = 32".

Pentru presiunile de separare de 0—42 atm, se recomandă [3] o durată minimă de menţinere a lichidului în separator de 1 min.

Din tabela 1 reiese, în conformitate cu diagrama din figura 3, capacitatea deosebit de mare a separatorului S.G. 8, chiar pentru durate mai mari de separare.

Tabela 1

Durata de separare, min	Debitul de lichid, m^3/24 h
30	41
20	65
10	125
5	260
2,5	520
1	1 300

Din experienţa şantierelor noastre reiese că durata de separare de 1 min este prea mică şi este indicat ca aceasta să fie cuprinsă între 5 şi 10 min.

Din datele din tabela 1 se desprinde concluzia că separatorul S. G. 8 poate fi folosit cel mult ca separator de total în şantierele obişnuite şi eventual ca separator de etalonare în şantierele cu debite de lichid deosebit de mari.

În majoritatea cazurilor, însă, acest separator este mult supradimensionat.

De altfel, separatorul S. G. 8 este un model folosit de peste 35 de ani în şantierele noastre şi necesită o modernizare.

Atît diametrul de 1 200 mm cît şi presiunea nominală de 8 atm sînt prea mari pentru condiţiile actuale şi este indicată construirea unui separator cu diametru mai mic şi cu o presiune nominală de cel mult 5 atm, cu care s-ar putea face faţă la nevoile de separare de joasă presiune.

Valoarea de 5 atm este mai mare decît presiunile efectiv folosite, dar dimensionarea separatorului la această presiune ar da posibilitatea ca subțierea pereților separatorului prin coroziune să nu necesite degradarea acestuia la o presiune nominală mai mică decît cele uzuale de 1—3 atm.

TIPURILE DE SEPARATOARE NECESARE ÎN R.P.R. PENTRU PARCURILE NEAUTOMATIZATE

Separatoare verticale. Plecînd de la considerațiile expuse mai sus, I.P.S. a elaborat planurile necesare construirii unor separatoare verticale cu diametrul de 800 și 600 mm, care însă nu au fost pînă în prezent construite.

S-a dat o dezvoltare mai mare proiectării de separatoare de mică capacitate de tip vertical, deoarece în prezent posedăm o experiență mai mare în construirea acestui model de separatoare.

În continuare se dau rezultatele determinării capacității de separare a acestor separatoare pentru diferite condiții, folosind diagramele din figurile 1—4 la presiunea uzuală de separare de 2 atm.

În conformitate cu dimensiunile constructive ale separatoarelor proiectate, s-a luat în considerație o înălțime medie a lichidului în separator de 1 m = 40″.

Capacitatea de separare în gaze este de 50 000 $Nm^3/24$ h pentru separatorul cu Ø = 800 mm și de 28 000 $Nm^3/24$ h pentru separatorul cu Ø = 600 mm. În cazul măririi presiunii de separare la 3 atm, aceste capacități cresc, respectiv, la 65 000 și 40 000 $Nm^3/24$ h.

Capacitatea de separare în lichid se dă în tabela 2.

Tabela 2

Durata de separare, min	Capacitatea de separare în lichid, $m^3/24$ h	
	Separatorul Ø = 800 mm	Separatorul Ø = 600 mm
30	22	12
20	35	20
10	70	40
5	140	80
2,5	280	160
1	700	400

Se constată că tipurile de separatoare propuse au capacități apropiate de condițiile efectiv existente în șantierele noastre.

Deoarece realizarea unor separatoare cu diametrul mai mic de 600 mm ar prezenta dificultăți constructive pentru eventualele debite de țiței și gaze mai mici decît cele indicate mai sus, se pot folosi debitmetrele basculante [4].

Cele două separatoare cu diametrele de 800 și 600 mm propuse mai sus au caracteristici constructive asemănătoare cu separatorul S. G. 8. În timp ce separatorul cu Ø = 800 mm este prevăzut cu o cămașă interioară de dirijare a amestecului de țiței și gaze, în cel cu Ø = 600 mm, din cauza spațiului redus, proiectarea cămășii interioare nu a mai fost posibilă și s-a prevăzut doar o pîlnie de protejare a flotorului de acționare a supapei de reglare a nivelului.

Totodată, s-a luat în considerație și o variantă de separator cu Ø = 800 mm, fără cămașă interioară.

Față de separatorul S. G. 8, economia de metal este de circa 875 kg la separatorul cu Ø = 600 mm și de 500 kg la separatorul cu Ø = 800 mm, față de greutatea de circa 1 580 kg a separatorului S.G. 8. Această economie poate fi mărită la circa 720 kg în cazul separatorului de Ø = 800 mm, fără cămașă interioară.

Separatoare orizontale. Acest tip de separator nu a fost folosit pînă în prezent în R.P.R.

În anul 1959, I.P.S. a elaborat planurile de construcție pentru un separator orizontal cu corp simplu și un separator cu două corpuri orizontale suprapuse. Dimensionarea celor două separatoare s-a făcut cu ajutorul diagramelor lui I. M. Campbell.

Separatorul cu corp simplu a fost proiectat cu diametrul de 20 3/4″ și 16 3/4″, ceea ce asigură separarea a 13 000 $Nm^3/24$ h, respectiv a 8 000 Nm^3 gaze/24 h, în cazul menținerii unui nivel de lichid egal cu jumătate din înălțimea separatorului, în conformitate cu diagrama lui V. Smith.

Pentru determinarea capacității de separare în lichid, folosind diagramele aceluiași autor, se găsesc rezultatele din tabela 3.

Tabela 3

Durata de separare, min	Capacitatea de separare în lichid, $m^3/24$ h	
	Separatorul Ø = 20 3/4″	Separatorul Ø = 16 3/4″
30	12	5,2
20	18	8,5
10	38	17
5	80	34
2,5	155	70
1	350	180

Se remarcă că separatorul orizontal cu corp simplu de 16 3/4″ are o capacitate de separare foarte apropiată de debitele curente din șantierele noastre.

Din punct de vedere constructiv, separatorul este prevăzut cu un sistem de șicane, în care se separă picăturile fine de țiței. Este prevăzut un regulator de nivel de lichid, care trebuie să fie foarte sensibil, dată fiind înălțimea foarte mică a separatorului.

Separatorul cu corpul dublu a fost conceput pentru colectarea gazelor separate în corpul superior de Ø = 12 sau 14″ și a lichidului în

corpul inferior de Ø = 14″. Aceste diametre sînt mai mici decît cel minim de 16″, folosit în diagramele lui V. Smith.

Orientativ, se constată că la presiunea de 2 atm şi fără lichid, în eventualitatea unui corp superior de Ø = 16″, capacitatea de separare în gaze este de 18 000 $Nm^3/24$ h, iar cea în lichid variază în modul arătat în tabela 4.

Tabela 4

Durata de separare, min	Capacitatea de separare în lichid, $m^3/24$ h
20	3
10	6
5	12
2,5	24
1	60

Intrarea amestecului de gaze — ţiţei se face în corpul superior. Lichidul coboară în camera inferioară, iar gazele traversează un sistem de şicane, prevăzut în camera superioară.

Faţă de separatorul S.G. 8, diferitele variante de separator orizontal cu corp dublu permit o economie de metal cuprinsă între 580 şi 880 kg, iar la cele cu corp simplu această economie poate ajunge pînă la 930 kg.

Este indicată experimentarea separatoarelor orizontale în şantierele noastre, dar cu condiţia realizării unor regulatoare de nivel care să asigure menţinerea riguroasă a nivelului de lichid în separator şi să elimine posibilitatea pătrunderii accidentale a ţiţeiului în conducta de gaze.

În figurile 5 şi 6 sînt reprezentate cele două variante de separator orizontal.

Separatoarele sferice nu au fost folosite în ţara noastră. În cele ce urmează se dă o descriere a unor separatoare de acest tip.

În separatorul din figura 7 amestecul de gaze şi ţiţei este dirijat tangenţial de-a lungul pe-

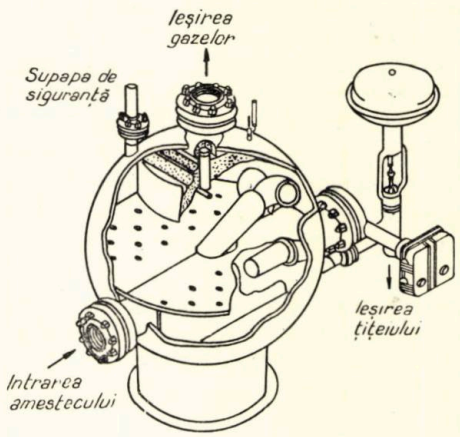


Fig. 7. Separator sferic cu dirijarea tangenţială a lichidului.

reţilor interiori ai emisferei superioare a separatorului. Lichidul separat cade în partea in-

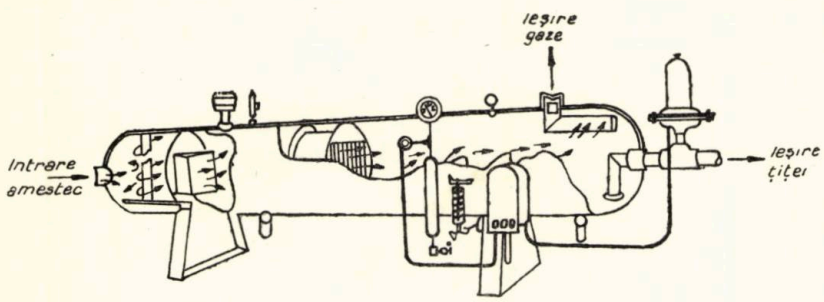


Fig. 5. Separator orizontal cu corp simplu.

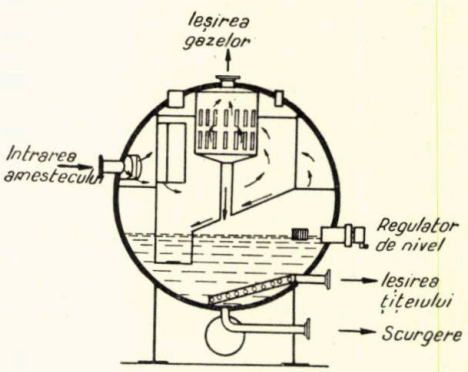


Fig. 8. Separator sferic cu deflector.

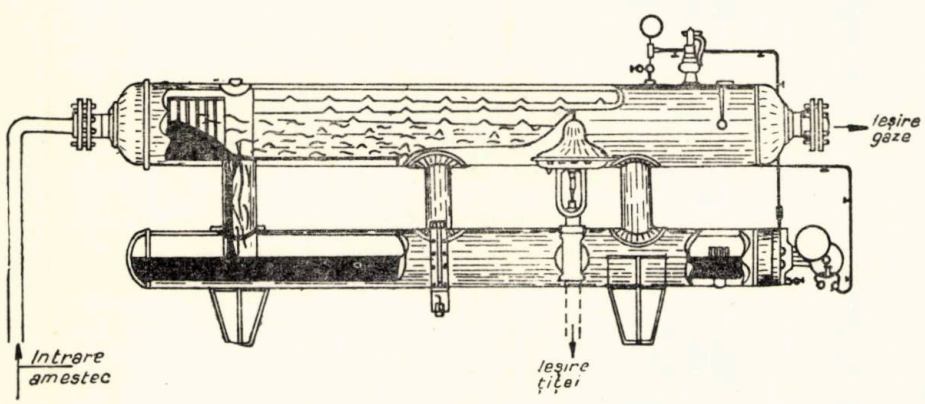


Fig. 6. Separator orizontal cu corp dublu.

ferioară a vasului, iar gazele părăsesc separatorul pe la partea de sus a acestuia, după ce traversează un sistem de site din oţel inoxidabil, în care se separă picăturile mici de lichid.

În varianta din figura 8, amestecul de lichid şi gaze este proiectat pe un deflector înclinat, pe care se produce separarea propriu-zisă. Particulele mici de li-

chid antrenate în curentul de gaze sînt reținute în reținătorul de ceață, plasat în partea de sus a separatorului.

Ca și în cazul separatoarelor orizontale, înălțimea redusă a separatoarelor sferice impune o funcționare corectă a regulatoarelor de nivel.

Sînt indicate procurarea din import a unui număr redus de separatoare sferice, echipate cu regulatoare de nivel, și experimentarea lor în condițiile din șantierele noastre. În funcție de rezultatele acestei experimentări se va putea decide dacă este indicată fabricarea de separatoare sferice în țară.

Separatoarele speciale pentru sonde exploatate prin pompaj. Din cele arătate reiese că separatoarele verticale cu diametru mic, propuse mai sus, pot asigura separarea unor debite avînd ca limită superioară 40 m^3 lichid/24 h, și 28 000 Nm^3 gaze/24 h, în cazul duratei de separare de 10 min.

Separatoarele orizontale pot separa debite și mai mici, dar folosirea lor efectivă trebuie să fie precedată de o experimentare concludentă în condițiile din țara noastră.

Totuși, debitele indicate mai sus sînt încă prea mari pentru o mare parte din sondele exploatate prin pompaj. Ca dispozitive de separare de țiței și gaze, în astfel de condiții nu mai sînt indicate separatoarele propriu-zise, ci sînt suficiente recipientele cu volum redus, care să poată asigura, pe lîngă funcțiunea de captare și dirijare a țițeiului, și funcțiunea de separare a gazelor din amestecul sosit de la sondă.

În acest scop în industria noastră extractivă au fost folosite debitmetrele de diferite tipuri, dintre care debitmetrele de tipul basculant au dat rezultate bune.

Posibilitatea de a folosi acest tip de debitmetru în șantierele noastre a fost examinată în revista „Petrol și Gaze", nr. 11, 1958.

Prin introducerea debitmetrele basculante va apărea posibilitatea desființării grupului de separatoare, împreună cu claviaturile respective, precum și a rezervoarelor de etalonare, la parcurile destinate colectării producției provenite de la sondele exploatate prin pompaj.

Totodată, debitmetrele permit desființarea completă a sistemului de etalonare periodică a producției sondelor, care necesită instalații costisitoare, și înlocuirea acestuia cu un sistem de măsurare continuă a lichidului extras din sonde.

Debitmetrele basculante fiind gravimetrice, sînt excluse erorile pe care le dau debitmetrele volumetrice.

La un punct de colectare a țițeiului și gazelor se vor prevedea atîtea debitmetre cîte sonde sînt, conductele de amestec al acestora fiind racordate la cîte un debitmetru.

În cazul unor sonde cu debite foarte mici, se menționează că se poate folosi o variantă asemănătoare cu un parc obișnuit de separatoare, în care vor fi prevăzute o claviatură de intrare, mai multe debitmetre de etalonare a sondelor și un debitmetru de total.

Comparație între diferitele tipuri de separatoare propuse pentru parcuri neautomatizate

Din cele expuse reiese că actualele separatoare sînt prea mari, prea grele și, implicit, prea costisitoare pentru condițiile din șantierele noastre.

Dintre tipurile de separatoare propuse, separatorul orizontal cu corp simplu necesită un consum minim de metal.

Separatoarele orizontale cu corp dublu necesită o cantitate destul de mare de metal, care, la capacitățile mici de separare, depășește chiar cantitatea necesară pentru separatoarele verticale.

Deci, din punctul de vedere al consumului de metal, ar fi indicată înlocuirea separatoarelor actuale prin separatoare orizontale cu corp simplu.

Totuși, în calea folosirii acestora există unele impedimente. Unul dintre acestea este lipsa actuală a unor regulatoare de nivel cu funcționare sigură și precisă.

În schimb, separatoarele verticale dispun de un volum mai mare decît cele orizontale, pentru a putea face față unor creșteri neprevăzute de nivel, permit o evacuare mai ușoară a depunerilor și reprezintă tipul de dispozitiv de separare a cărui construire și utilizare sînt bine asimilate în țara noastră. Prin introducerea variantei de separator vertical fără cămașă interioară se poate realiza o economie de metal de 23%, față de separatorul echipat cu această cămașă. În acest mod, consumul de material necesar separatorului vertical se poate reduce foarte aproape de cel necesar separatorului orizontal.

În această situație apare indicată completarea standardului existent 913-58 cu separatoare de diametre mici.

În același timp se va proceda la experimentarea separatoarelor orizontale și sferice.

Se menționează, însă, că, deși folosirea de separatoare de diametru redus poate aduce o economie apreciabilă de metal, totuși ea va avea drept consecință doar o reducere cu circa 1% a costului total al unui parc de separatoare.

Pentru o reducere mai substanțială a acestui cost, în afară de micșorarea dimensiunilor constructive ale separatoarelor este nevoie de ieftinirea și a altor părți componente ale parcurilor.

Folosirea debitmetrelor gravimetrice menționate permite reducerea atît a costului instalației de separare, cît și al celei de etalonare a sondelor.

TIPURILE DE SEPARATOARE NECESARE ÎN R.P.R. PENTRU PARCURI AUTOMATIZATE

În revista „Petrol şi Gaze" nr. 5, 1962 [5] au fost arătate motivele care impun colectarea ţiţeiului în sistem închis şi automatizarea parcurilor de separatoare.

Industria noastră nu dispune pînă în prezent de separatoare speciale destinate parcurilor automatizate, ci numai de două prototipuri de debitmetre volumetrice, care se pretează la automatizare şi sînt în curs de experimentare.

În continuare se vor descrie tipurile de separatoare automatizate care vor deveni necesare în ţara noastră în momentul cînd se va trece la automatizarea colectării ţiţeiului.

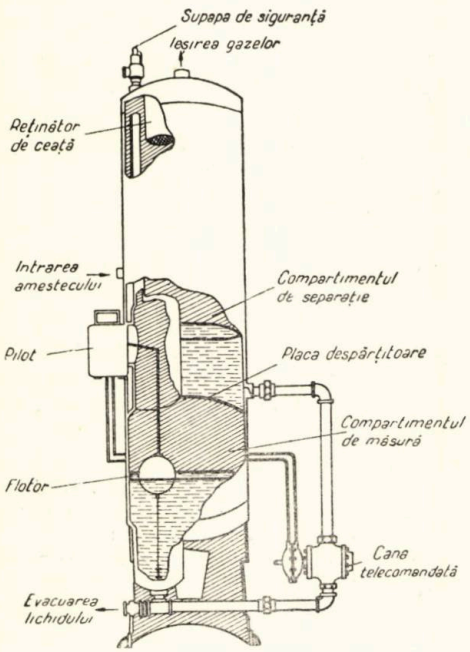


Fig. 9. Separator de gaze şi ţiţei cu debitmetru interior.

Separator-debitmetru pentru două faze (fig. 9). Separarea amestecului de ţiţei şi gaze se petrece în compartimentul superior al separatorului, despărţit printr-o placă orizontală etanşă de compartimentul inferior.

Gazele se evacuează pe la partea superioară a separatorului, iar lichidul se adună în partea de jos a compartimentului de separare, de unde se scurge printr-o cana telecomandată în compartimentul inferior de măsură, situat sub placa despărţitoare.

În compartimentul de măsură se află un flotor care culisează pe o tijă de ghidaj. În momentul umplerii compartimentului, flotorul ajunge în poziţia sa superioară, în care opreşte, prin intermediul pilotului şi al canalei telecomandate, scurgerea lichidului din compartimentul superior în cel de măsură.

Totodată se deschide scurgerea din compartimentul de măsură în conducta de ţiţei, în care se descarcă o şarjă de lichid.

Cînd compartimentul de măsură se goleşte, flotorul coboară de-a lungul tijei şi în poziţia inferioară comandă închiderea canalei de legătură dintre cele două compartimente, începînd un nou ciclu.

Numărul de cicluri, respectiv de şarje de lichid, se înregistrează pe un contor.

Separator-debitmetru pentru trei faze. Pentru sondele care produc ţiţei amestecat cu apă, se folosesc separatoare care permit măsurarea separată a debitului de ţiţei şi apă liberă, în cazul cînd lichidul nu este format în totalitatea sa din emulsii stabile. Separatorul este asemănător ca principiu cu cel descris anterior, dar lichidul, adunat în partea de jos a camerei de separaţie, se separă în ţiţei şi apă, despărţite printr-un nivel de interfaţă. Aceste două lichide sînt dirijate fiecare în cîte o cameră de măsură, în care se înregistrează numărul de şarje de ţiţei, respectiv de apă.

Debitmetre volumetrice exterioare separatorului. La cele două tipuri de separatoare-debitmetre descrise mai sus dispozitivul de măsurare a lichidului se găseşte în interiorul corpului separatorului, ceea ce complică construcţia acestuia şi necesită demontarea parţială a separatorului, atunci cînd apare nevoia de a controla şi repara debitmetrul propriu-zis.

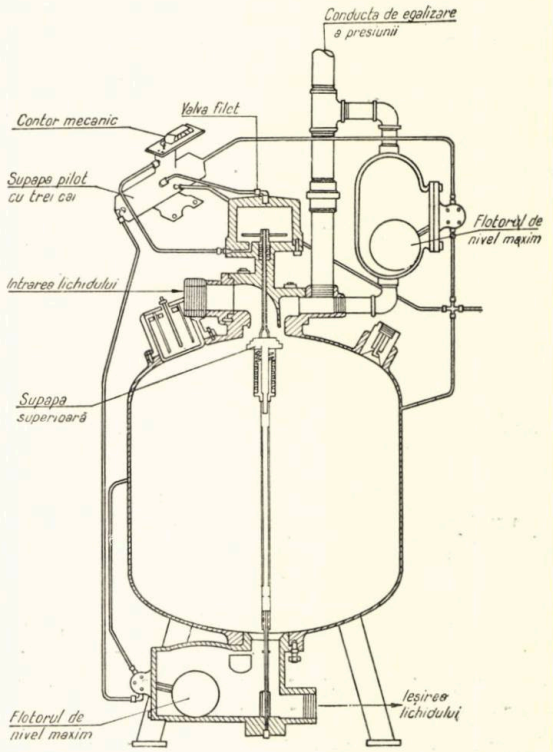


Fig. 10. Debitmetru cu flotoare exterioare şi supape interconectate.

Pentru a putea măsura și înregistra în mod automat debitmetrele de lichid, fără a construi aparate speciale, se folosesc vase-debitmetre, care se cuplează la un separator obișnuit. De-

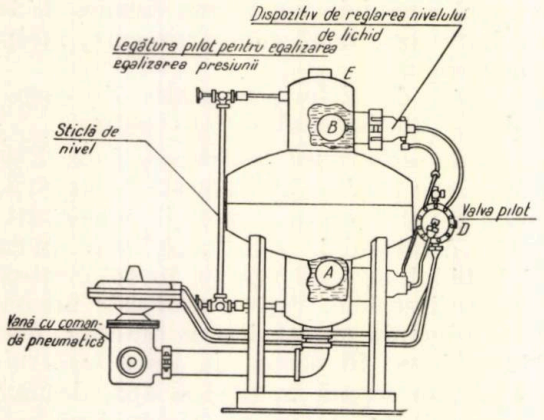


Fig. 11. Debitmetru cu vana cu trei căi comune de admisie și evacuare a lichidului.

bitmetrele de acest tip primesc lichidul degazificat, ieșit din separator, îl măsoară și înregistrează cantitatea totală de lichid.

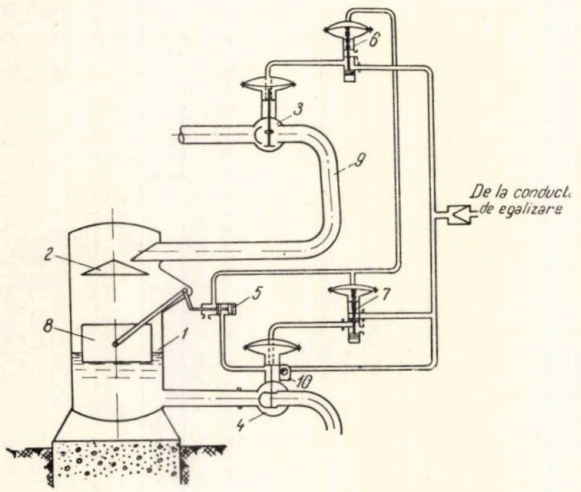


Fig. 12. Debitmetru :

1 — camera de măsură; *2* — deflector; *3* — robinet de admisie; *4* — robinet de evacuare; *5* — distribuitor pneumatic; *6—7* — valve de comandă; *8* — flotor; *9* — conducta de intrare a lichidului; *10* — contor.

Separatorul la care se atașază un astfel de debitmetru nu este prevăzut cu dispozitiv de reglare a nivelului de lichid, dar trebuie să posede un limitator de nivel superior.

În figura 10 este prezentat un debitmetru de acest tip. Dispozitivul constă dintr-un vas cilindric, prevăzut cu flotoare de nivel maxim și minim, și două supape interconectate de umplere și golire.

Caracteristica principală a acestui debitmetru constă din așezarea flotoarelor în exteriorul camerei de măsură propriu-zise.

Cele două supape funcționează simultan și sînt acționate de o valvă-pilot, care primește comenzi de la cele două flotoare.

Funcționarea alternativă a întregului sistem are drept rezultat evacuarea de șarje de lichid, care se înregistrează pe un contor mecanic. Acest contor poate transmite un impuls la aparatele centrale de înregistrare.

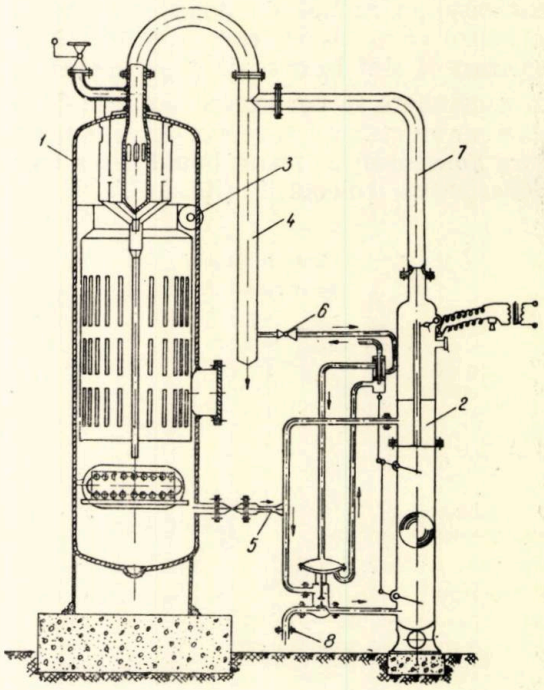


Fig. 13. Schema de montaj a separatorului-măsurător IS-1, lucrînd ca debitmetru de lichid cuplat cu un separator S.G. 8 — STAS 913-58 :

1 — separator S.G. 1; *2* — separator-măsurător I.S. — 1; *3* — intrarea amestecului gaz-țiței; *4* — ieșirea de gaze; *5* — intrarea țițeiului din separatorul S. G. 8 în debitmetrul I. S. — 1; *6* — reductor de presiune; *7* — conducta de egalizare a presiunii; *8* — conducta de evacuare a țițeiului din debitmetru.

În figura 11 este reprezentat un alt tip de debitmetru, în care mișcarea de coborîre și urcare a două flotoare comandă o vană cu trei căi, prin care se admite și se evacuează lichidul în debitmetru.

Numărul de șarje succesive de lichid se înregistrează, contribuind la stabilirea cantității de lichid trecute prin debitmetru.

În momentul de față se găsesc în curs de experimentare două debitmetre volumetrice concepute în țară.

În figura 12 este reprezentat debitmetrul aparținînd ing. Drăgotescu — ing. Andreescu (I.P.S.), care este prevăzut cu un singur flotor.

Acesta, prin intermediul unui sistem de pîrghii și al unor sertare-pilot, comandă închiderea și deschiderea alternativă a robinetelor de admitere și de evacuare a lichidului din vasul de măsură.

Succesiunea de cicluri se traduce printr-o măsurare continuă a volumului de lichid trecut

prin recipient, deoarece numărul de curse duble ale flotorului se înregistrează pe un contor.

Debitmetrul „I.S.-1", conceput la I.C.F.E.-Cîmpina, este reprezentat în figura 13. Acest

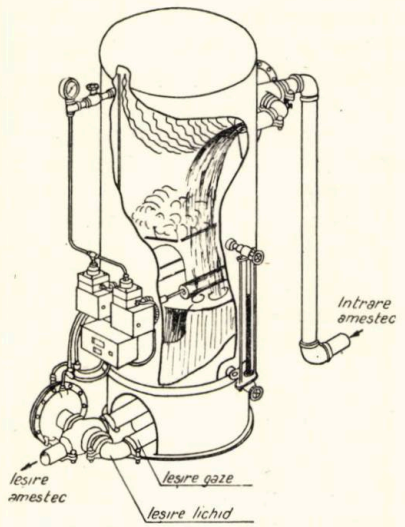


Fig. 14. Dispozitiv de măsură a debitelor pe conductele de amestec.

dispozitiv se poate folosi fie ca separator independent, în cazul unor debite de gaze pînă la 16 000 $Nm^3/24$ h, fie cuplat cu un separator obişnuit, în cazul unor debite de gaze mai mari.

Încărcarea şi descărcarea alternativă a debitmetrului sînt asigurate de un robinet cu trei căi, acţionat pneumatic. Această alternanţă este comandată de poziţiile extreme ale plutitorului sferic din interiorul camerei de măsurare.

Fiecare ciclu complet constă din umplerea cu lichid a camerei de măsurare, urmată de descărcarea acesteia.

Separatoarele pentru conducte de amestec se folosesc în S.U.A. În figura 14 este reprezentat un astfel de separator construit de firma „Odex", care se montează pe conducta de amestec, în scopul măsurării debitului de lichid şi gaze.

Cele două faze sînt separate în interiorul vasului şi măsurate, apoi sînt amestecate din nou la ieşirea din separator, fiind transportate mai departe prin conducta de amestec.

Separatoare cu dispozitive de dezemulsionare. Tipul cel mai simplu de separator cu trei faze, descris anterior, se foloseşte în cazurile cînd ţiţeiul este amestecat cu apă liberă. Aceasta se poate separa din ţiţei printr-o simplă decantare.

În cazurile cînd ţiţeiul este emulsionat se folosesc şi dispozitive de încălzire suplimentară şi de tratare a ţiţeiului. Această tratare constă, în general, dintr-o spălare cu apă sărată caldă, în care se produce spargerea emulsiei. Se menţionează dispozitivele de acest fel folosite în S.U.A., în care căldura necesară procesului de dezemulsionare este furnizată de focare cu flacără de gaze, montate în interiorul separatorului.

În figura 15 este reprezentat un separator vertical de acest tip (triter).

Compartimentul de separare a gazelor şi lichidului este situat în partea superioară a separatorului, fiind despărţit de cel de dezemulsionare printr-o placă metalică etanşă.

Gazele se evacuează prin capacul separatorului, după ce traversează un reţinător de ceaţă.

În partea de jos a compartimentului de separare se adună apa liberă, iar deasupra ei ţiţeiul emulsionat.

Acesta din urmă este evacuat prin cădere în compartimentul de dezemulsionare, unde se ridică în sus, după ce traversează o placă perforată, care dispersează ţiţeiul emulsionat în masa de apă sărată.

Apa sărată formează un nivel constant în compartimentul de dezemulsionare şi este încălzită cu ajutorul unei camere de ardere cu flacără.

Ţiţeiul curat iese pe la partea superioară a compartimentului de dezemulsionare, este măsurat în camera de măsură, după care se evacuează în conductă. La rîndul său, apa liberă

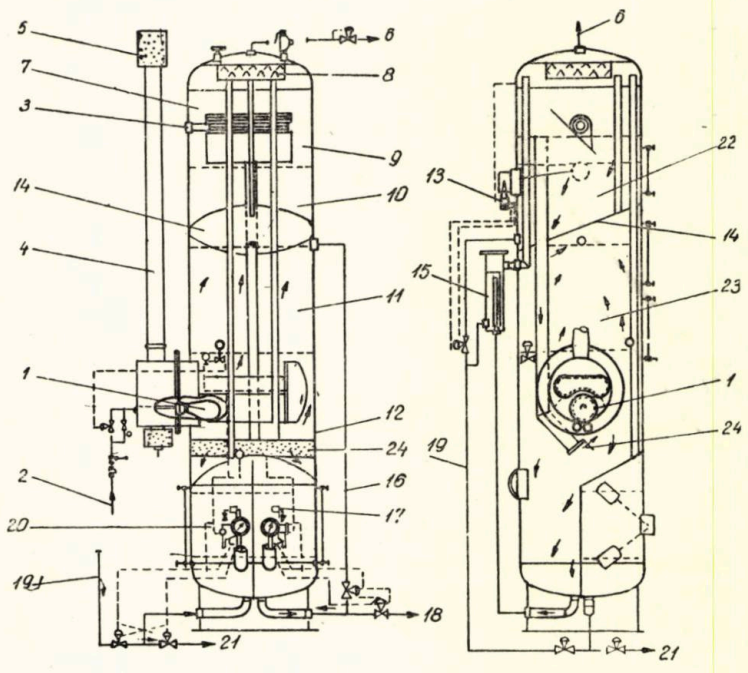


Fig. 15. Separator de gaze-ţiţei-apă prevăzut cu dispozitiv de încălzire cu flacără:

1 — camera de ardere; *2* — intrarea gazelor combustibile; *3* — intrarea amestecului de ţiţei—apă—gaze; *4* — coş; *5* — opritor de flăcări; *6* — evacuarea gazelor; *7* — spaţiu de gaze; *8* — reţinător de ceaţă; *9* — spaţiu de ţiţei şi emulsie; *10* — spaţiu de apă; *11* — spaţiu de ţiţei; *12* — spaţiu de apă de spălare a ţiţeiului; *13* — pilot de menţinerea nivelului ţiţei-apă; *14* — placa despărţitoare; *15* — recipient de evacuare a apei; *16* — conducta ţiţei spre camera de măsură; *17* — camera de măsură ţiţei; *18* — evacuarea ţiţeiului măsurat; *19* — conducta de apă spre camera de măsură; *20* — camera de măsură apă; *21* — evacuarea apei măsurate; *22* — compartimentul de separare gaze-lichid; *23* — compartimentul de dezemulsionare a ţiţeiului; *24* — placa perforată de dirijare a emulsiei.

este măsurată într-o altă cameră de măsură, după care este evacuată.

În acest dispozitiv se obține o valorificare superioară a căldurii consumate pentru dezemulsionarea țițeiului, deoarece se exclude folosirea aburului ca agent intermediar de încălzire. În schimb apar riscurile inerente folosirii focului în interiorul separatorului.

Prima experimentare în șantierele noastre a separatoarelor cu dispozitive de dezemulsionare va trebui să fie făcută cu o variantă cu încălzire cu abur.

Apoi, după ce se va însuși manipularea acestora, se va putea încerca varianta cu încălzire cu foc, care va necesita o revizuire corespunzătoare a normelor P.C.I.

CONCLUZII

Actuala gamă de separatoare STAS 913-58 trebuie completată cu separatoare pentru presiuni mici de separare și debite reduse de lichid și gaze.

Din cele arătate mai sus se desprinde utilitatea construirii unor separatoare cu diametrul de 800 și 600 mm, pentru presiunea de regim de 5 atm.

În funcție de rezultatele ce se vor obține cu separatorul de 5 atm presiune de regim, se va putea lua hotărîrea cu privire la desființarea celui de 8 atm.

Folosirea acestor separatoare va aduce o apreciabilă economie de metal, dar va contribui la o reducere cu numai 1% a costului total de investiție al unui parc de separatoare.

O posibilitate încă insuficient folosită este reducerea, acolo unde caracteristicile sondelor o permit, a diametrului elementelor componente ale claviaturilor parcului.

O reducere și mai mare a acestui cost se poate obține prin introducerea debitmetrelor descrise într-un articol publicat în revista „Petrol și Gaze", nr. 8, 1958.

De asemenea este necesară experimentarea separatoarelor orizontal și sferic, care pînă în prezent nu au fost folosite în industria noastră. Dar această experimentare nu poate fi luată în considerație înainte de a dispune de regulatoarele de nivel cu funcționare sigură.

Măsurile indicate vor contribui la îmbunătățirea condițiilor de separare la parcurile operate manual.

În viitorul apropiat, însă, se va extinde folosirea de parcuri automatizate, bazate pe circulația țițeiului în sistem închis. Prin urmare, se impune dezvoltarea utilajelor necesare pentru astfel de parcuri.

Sînt necesare omologarea debitmetrelor volumetrice concepute în țară și trecerea la fabricația în serie a celui mai bun model.

BIBLIOGRAFIE

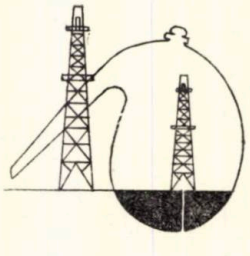
[1] Cijicenko, D. A., Bazlov, M. N., Tîganok, P. I. *Instalațiile din șantierele petroliere*, Gostoptehizdat, Moscova, 1962.

[2] Campbell, J. N., *Know your separators*. În : Oil and Gas journal, 14 martie 1955.

[3] Smith, V. *News charts determine separator capacity*. În : Oil and Gas Journal, 5 ianuarie 1959.

[4] Rosen, V. *Echipamentul de separație și organizarea parcurilor*. În : Petrol și Gaze, nr. 11 1958.

[5] Dragotescu, N. și Rosen, V. *Tendințe moderne în proiectarea parcurilor de separatoare de gaz-țiței în șantiere*. În : Petrol și Gaze, nr. 5, 1962.



ECATERINA DIAMANDESCU
şi
D. BOBRIC

Sicativi

Sicativii sînt sărurile solubile în grăsimi ale unor acizi organici superiori cu anumite metale polivalente.

Ei se adaugă în uleiurile sicative şi semisicative pentru a le mări viteza de uscare.

Componentul anionic din compoziţia sicativului poate fi acid linolic, linolenic, rezinic (colofoniu), oleic, naftenic etc. Ultimul are avantajul de a da sicativi foarte uşor solubili în uleiuri.

Proprietatea unor săruri sau oxizi metalici de a mări capacitatea de uscare a uleiurilor era cunoscută încă din antichitate. Astfel, egiptenii foloseau ca acceleratori de uscare pentru unele uleiuri oxizi de plumb, în special litargă, pe care îi încorporau ca atare în uleiul respectiv. Cu timpul s-a observat că o serie de alte săruri au proprietăţi de sicative, ca, de exemplu, acetatul de plumb, acetatul de cobalt etc.

Dintre sicativii studiaţi pînă în prezent, cei mai apreciaţi sînt naftenaţii metalici, pentru avantajele următoare :

— conţinut mare în metal, partea anionică avînd greutate moleculară mică ;

— solubilitate mare în solvenţi obişnuiţi ;

— posibilitate de încorporare în ulei la temperatura obişnuită ;

— influenţă neglijabilă asupra nuanţelor vopselelor.

Cu toate acestea, s-a stabilit că acizii naftenici, fiind foarte neomogeni în constituţia lor, nu dau întotdeauna acelaşi produs — plecînd de la aceeaşi materie primă — şi, mai ales, nu se pot stabili anticipat calităţile produsului obţinut. Acest lucru se întîmplă chiar dacă acizii naftenici sînt prelucraţi din acelaşi tip de petrol şi prin acelaşi procedeu tehnologic, deoarece ei conţin un amestec foarte larg de acizi cu diferite greutăţi moleculare. Astfel, în acizii naftenici distilaţi, fabricaţi în R.P.R. şi utilizaţi la obţinerea naftenaţilor metalici, s-au găsit acizi cu greutăţi moleculare de peste 400, deci corespunzători la peste 25 atomi de carbon în moleculă. Aceşti acizi, după structură, pot fi biciclici sau triciclici, iar produsul care are în componenţă astfel de compuşi, în care partea anionică este apreciabilă, duce la o uscare mai înceată, spre deosebire de cei în care partea anionică este relativ mică. Rezultatul va fi că se va obţine o uscare neuniformă, în dungi sau cu pete.

Un alt dezavantaj al folosirii acizilor naftenici ca materie primă pentru sicativi îl constituie faptul că, oricît de înaintată ar fi purificarea,

ei mai conţin unele produse dăunătoare, ca : fenoli, acizi crezilici etc. care conferă acizilor naftenici un miros neplăcut, mai mult sau mai puţin pronunţat.

În timpul celui de-al 2-lea război mondial, au început cercetările în vederea găsirii unei noi surse de materii prime pentru sicativi, aceasta deoarece singurele ţări furnizoare de acizi naftenici erau U.R.S.S. şi Romînia. S-a constatat astfel că se pot obţine sicativi din acizi graşi saturaţi cu catene laterale de atomi de carbon — sărurile metalice ale acizilor graşi cu catenă liniară nefiind suficient de solubile în solvenţi.

Astfel, în anul 1948 au apărut pe piaţă sicativi cu numele de sicatoli, pe bază de acid 2-etilhexanoic, un acid izocarbonic.

Materia primă de constituţie omogenă, şi care poate fi obţinută cu un mare grad de puritate, duce la produşi la care nu se mai întîlneşte uscarea neuniformă constatată uneori la sicativii pe bază de naftenaţi metalici.

Avantajele pe care le prezintă sicatolii sînt următoarele : metalul se combină cu un acid organic pur; acidul izocarbonic folosit este incolor, obţinîndu-se sicativi deschişi la culoare, ideali pentru lacuri incolore şi pentru vopsele albe sau de culori pastel; se îngălbenesc mai puţin, constatîndu-se uneori că în procesul vopsirii îşi deschid culoarea; sînt aproape inodori, proprietate foarte importantă la fabricarea cernelurilor pentru etichetarea produselor alimentare sau a vopselelor de interior; prezintă stabilitate nelimitată la depozitare.

MECANISMUL ACŢIUNII SICATIVILOR

În ceea ce priveşte procesul de sicativare, acesta este prezentat diferit de diverşi cercetători.

Astfel, prof. C. D. Nenițescu arată că însuşirile sicative ale uleiurilor sînt funcţie de conţinutul acestora în acizi nesaturaţi. Proprietăţile filmului obţinut, compus dintr-un polimer oxidat numit „oxină" sau „linoxină", marea sa rezistenţă mecanică şi insolubilitate sînt semne evidente ale formării unor macromolecule tridimensionale, la care s-au stabilit greutăţi moleculare de 25 000—50 000.

În procesul uscării , un însemnat rol îl joacă oxigenul din aer. Un ulei de in cu 0,1% sicativ de cobalt absoarbe în 14 zile o cantitate de oxigen egală cu 40% din propria sa greutate, ceea ce echivalează cu opt atomi de oxigen pentru o catenă de acid formată din 18 atomi de carbon, din aceştia, 4—5 atomi de oxigen rămîn în film.

Prof. S. A. Fokin a stabilit că puterea de acţionare a sicativului se determină prin cantitatea de metal necesară pentru atingerea unei viteze normale de uscare.

Aceasta este pentru cobalt de 0,06—0,1% faţă de greutatea uleiului; pentru mangan este de 0,1—0,2%; pentru plumb este de 0,4—0,5% etc.

Depăşirea acestor cantităţi de metal nu îmbunătăţeşte sicativitatea uleiului. Accelerarea uscării în acest caz este neînsemnată, în schimb este provocată apariţia caracterului lipicios al peliculei, se accelerează învechirea peliculei şi altele.

Tot el arată că puterea de acţiune a amestecurilor cîtorva sicativi este mai mare decît a fiecăruia dintre componenţi, luat în aceeaşi cantitate. Pe aceasta se bazează folosirea sicativilor în amestec : Mn — Pb, Mn—Pb—Co etc.

În aceste amestecuri metalele trebuie să se afle în anumite raporturi cantitative prestabilite.

Prof. S. A. Fokin arată că mecanismul acţiunii sicativilor este puţin cunoscut. Se consideră că ei acţionează ca nişte catalizatori, jucînd rolul de transportori ai oxigenului molecular.

Unele substanţe organice uşor oxidabile, ca, de exemplu : terebentina, accelerează uscarea. Altele o frînează. Aceştia sînt antioxidanţii : fenoli, naftoli, amine.

În peliculele formate prin uscarea uleiurilor grase se constată prezenţa peroxizilor chiar de la începutul procesului. Indicele de aciditate şi cel de saponificare cresc în timpul uscării. Aceasta se explică în special prin acumularea în peliculă de acizi inferiori mono- şi bibazici, ca : acidul acetic, propionic, butiric etc. De asemenea se constată că în procesul uscării creşte indicele de acetil şi scade cel de iod. În oxine s-au găsit acizi cetonici şi oxicetonici numiţi acizi oxinici.

Se mai presupune că peliculele se formează din cauza apariţiei simultane de substanţe superioare, probabil datorită unei polimerizări oarecare.

Se presupune, de asemenea, că la formarea peliculei un mare rol îl au procesele coloidale. Astfel se consideră că produsele cu greutate moleculară mare care se obţin în timpul uscării formează iniţial o soluţie coloidală dizolvîndu-se în partea nepolimerizată a uleiului.

La atingerea unei anumite concentraţii, această soluţie coloidală se gelatinizează, formînd o peliculă sub formă de gel, bifazică. În sfîrşit, molecula poate să devină monofazică.

Reacţiile ce au loc în procesul de sicativare se desfăşoară după următorul mecanism :

$$O{=}O \longrightarrow -O-O- \cdot$$

$$-CH{=}CH- + -O-O \cdot \longrightarrow -\underset{\displaystyle O}{\underset{|}{CH}}-\underset{\displaystyle O}{\underset{|}{CH}}- \cdot$$

Se formează peroxizi, prin descompunerea cărora se poate ajunge la aldehide.

O altă ipoteză care presupune formarea polimerilor este aceea a transformării prin uscare a dublelor legături izolate în duble legături conjugate. Această reacție poate fi privită tot ca urmare a formării peroxizilor. Substanțele cu duble legături conjugate polimerizează ușor, formînd compuși macromoleculari după mecanismul sintezelor dien.

În concluzie, rolul oxidării în procesul uscării poate fi rezumat după reacțiile ce au loc, astfel :

1. Reacții în care oxidarea nu are nici un efect asupra lanțului de carbon, rezultatul acțiunii oxigenului fiind doar formarea de hidroperoxizi, peroxizi, ozonide sau reacții de hidroxilări, cetonizări, deshidratări, conjugări etc.

2. Reacții în care oxidarea provoacă o ruptură a lanțurilor de atomi de carbon, aceasta fiind puțin probabil.

3. Reacții în care oxidarea provoacă o îngroșare a moleculei, aceasta ducînd la obținerea macromoleculelor constituente ale filmului. Acest fenomen constituie pentru fiecare tip de ulei un caz în speță.

În privința autooxidării și formării de film la temperatură normală și fără adaos de catalizator, se pot cita patru teorii :

a. Îngroșarea trecătoare a moleculei din cauza peroxizilor furan și dioxan. Acizii conjugați oferă posibilitatea unei adiții de oxigen în plus în 1,4, spre deosebire de acizii neconjugați.

b. Teoria hidroperoxizilor. O dezvoltare nouă a acestei teorii este posibilă dacă se admite că în acizii neconjugați oxigenul nu se fixează la dubla legătură, ci la grupele active metilenice.

c. Teoria lanțului de radicali presupune că descompunerea diarilperoxizilor duce la formarea de radicali și că oxidarea urmează ca o reacție în lanț prin reunirea a doi radicali.

d. Îngroșarea moleculei fără acțiunea oxigenului. Publicațiile de specialitate recente arată că acest lucru este posibil în cazul reacțiilor dienice în cursul polimerizărilor termice.

Accelerarea oxidării și formării de film se poate face prin următoarele procedee :

— *Procedee de accelerare a autooxidării, îngroșării moleculei și formării de film.* În acest scop se cere folosirea de catalizatori și, în special, de sicativi, care solidifică filmul și în adîncime.

— *Folosirea de sicativi nemetalici.* Astfel, betacarotenul are o acțiune neînsemnată asupra acizilor neconjugați. Vitamina A are o acțiune analogă. Tocoferolul are acțiune antioxigenă mult mai puternică decît a carotenului. Radicalii organici au în egală măsură o acțiune foarte diferită asupra acizilor conjugați și neconjugați. Peroxizii organici în ușoară descompunere sînt buni sicativi, mai ales dacă descompunerea lor este favorizată de adaosuri de metale grele.

— *Utilizarea de sicativi metalici* de tipul linolaților, rezinaților și naftenaților, metalelor de cobalt, plumb, mangan, fier, ceriu, cupru, toriu, zinc, calciu, zirconiu. Alte substanțe, ca homoprotidele, metaloporfirinele, lipoxidazele, au în stare de trecere o acțiune prooxidantă.

Clorofila este un prooxigenant care lucrează ca fotocatalizator.

— Autooxidarea catalitică.

— Influența factorilor externi : temperatura mare, lumina, higroscopicitatea aerului (poate fi favorabilă sau defavorabilă procesului de sicativare), factorii externi variabili în funcție de sezon, climat, situație geografică.

*

Adaosul de sicativi în lacuri și vopsele împiedică efectul de încrețire datorită uscării mai rapide la suprafață decît în interior.

Așa, de exemplu, la emailuri, zincul împiedică uscarea rapidă a suprafeței, iar în combinație cu cobaltul asigură o uscare uniformă. Mult cobalt se întrebuințează dacă se dorește să se obțină efecte de încrețire.

Sicativul nu schimbă fluiditatea vopselei. Îngroșarea vopselei la adaosul de sicativi are loc doar cînd aceștia prezintă tendința de gelifiere, provenită din prepararea lor incorectă. Astfel de sicativi care promovează viscozitatea și gelifierea sînt : naftenații de aluminiu, de calciu, de ceriu, de mangan, de cobalt, dizolvați în medii organice.

Sicativii pe bază de plumb și cobalt adsorb mai greu oxigenul din peliculă, și uleiul se usucă treptat.

Această peliculă prezintă și o rezistență mărită la acțiunea apei. Vopselele pe bază de rășini alchidice prin folosirea acelorași sicativi de calciu, de plumb și de cobalt își micșorează rezistența la apă. În cazul acestor vopsele se folosesc sicativi de cobalt-ceriu.

După Diels-Alder, în general, sicativii pe bază de zinc, împiedică polimerizarea, reducînd rezistența la apă.

Corelația care există între duritatea filmului și sicativ este următoarea :

— În mediu de uscare la aer, cobaltul dă un film rezistent și elastic.

— Plumbul are aceeași acțiune, dar mai atenuată.

— Manganul dă un film tare și casant.

— Zincul reduce rezistența la zgîrieturi.

— Plumbul și manganul se utilizează la lacuri și vopsele pentru podele.

— Manganul, fierul, ceriul sînt potrivite pentru emailuri.

— Pentru suprafețe foarte tari se recomandă sicativi pe bază de vanadiu.

— Zirconiul accelerează procesul de întărire.

— Zincul se utilizează la emailuri albe.

O serie în ordinea descrescîndă a sicativității metalelor este următoarea : Co, Mn, Pb, Ni, Cu, Fe, Cd, Cr, Sr, Ba, Ca, Mg.

Cercetări mai recente au dus la descoperirea proprietăților de sicativi și la alte metale.

Astfel, vanadiul dă un sicativ foarte activ, comparabil cu manganul, însă prețul și culoarea metalului îl fac puțin întrebuințat.

Metalele : argint, staniu, stibiu, molibden, platin au o slabă activitate. Ele pot fi cel mult întrebuințate în amestec cu metale, ca : cupru, cobalt, plumb.

Sicativi pe bază de staniu sînt importanți ca stabilizatori pentru PCV sub formă de dibutilstaniu laurat. Același rol îl au și sicativii pe bază de cadmiu, bariu, stronțiu.

Calciul. Singur nu are proprietăți de sicativare. În amestec cu cobalt și mangan activează sicativarea. Mărește solubilitatea sicativilor pe bază de plumb, făcînd ca plumbul să nu mai precipite și să rămînă în soluție în rășinile alchidice. În combinație cu plumbul și cobaltul colorează vopselele albe puțin în roz. Proporția optimă este : 0,5 Pb : 0,05 Co : 0,25 Ca. Calciul reduce rezistența la apă a lacului, îndepărtează efectele de încrețire și mărește tăria vopsirii. Ca și aluminiul, are proprietăți de gelificare.

Ceriu—pămînturi rare. Au avantajul de a fi ieftine, deoarece se obțin ca reziduu la prelucrarea minereurilor de oxid de toriu în care se găsesc în proporție de 50% față de 5% oxid de toriu.

Ceriul are o bună activitate ca sicativ în amestec cu lantan, praseodim, neodiu, samariu. Este mai activ ca plumbul în lacurile și rășinile alchidice, avînd totodată avantajul față de acesta de a nu tulbura în nici un fel aceste produse. Înlocuiește cu succes sicativul pe bază de plumb-calciu. În comparație cu cobaltul, manganul, vanadiul și fierul, dă cea mai mică îngălbenire și o mare duritate. Poate fi întrebuințat în amestecuri inaccesibile plumbului din cauza hidrogenului sulfurat din atmosferă. Mărește rezistența la alcalii și apă. Se întrebuințează numai la sicativii pe bază de acid 2-etilhexanoic, care sînt albi.

Cobaltul. Nu este egalat de nici un alt metal în proprietățile de sicativare. Un dozaj prea mare de cobalt poate duce la defecte în vopsire (încrețire). Este deseori combinat cu plumbul pentru a inhiba activitatea acestuia în straturile superioare ale filmului și a obține o uscare uniformă a filmului în grosime. Dă un film elastic și suplu. În cazul în care se cere o duritate mai mare, se asociază cu manganul. Este necesar în cantități mici de 0,05% cobalt, calculat la liantul nevolatil, ceea ce compensează prețul mai ridicat al metalului. În uleiurile semisicative rareori se întrebuințează mai mult de 0,1%, iar în emailurile uscate la cuptor doar 0,001—0,005%. Fiind un metal cu multiple alte realizări, s-a încercat înlocuirea lui cu zirconiu.

Cuprul. Are activitate mai mare decît a plumbului folosit ca sicativ. Nu dă rezultate în combinații cu alte metale. Culoarea verde este un inconvenient în întrebuințarea ca sicativ. Are însă calități fungicide, în special naftenatul de cupru. Se întrebuințează la fabricarea de vopsele speciale, cînd 0,3% naftenat de cupru imprimă vopselei o bună rezistență împotriva mucegăirii.

Plumbul. Este puțin folosit ca sicativ. Este totuși căutat pentru proprietățile lui speciale, și anume :

—Favorizează uscarea completă, în adîncime, a peliculelor, împiedicînd uscarea doar la suprafață datorită cobaltului și manganului.

— Se crede că favorizează polimerizarea și pătrunderea rapidă a oxigenului în film.

Un inconvenient al folosirii plumbului ca sicativ este acela că în diferite medii dă precipitate.

Naftenatul de plumb se folosește în lubrifianți pentru extremă presiune, ameliorînd rezistența la presiune a peliculei de ulei. Se întrebuințează de asemenea ca stabilizator în industria PCV.

Manganul. După plumb și cobalt este cel mai important metal folosit ca sicativ, situîndu-se pe aceeași treaptă cu vanadiul, avînd însă avantajul de a fi mai ieftin decît acesta.

Caracteristica sicativului pe bază de mangan în uscarea uleiului este că efectul de uscare devine vizibil, după un timp mai lung, mai ales în uleiurile nerafinate ca cel de in brut. Este posibil ca pentru mangan să fie necesară o perioadă mai mare de timp, pentru îndepărtarea antioxidanților naturali.

Perioada de inducție depinde la mangan de temperatura de sicativare. La temperatură mare, această perioadă este mult mai scurtă. Odată declanșată uscarea sub influența manganului, ea decurge mult mai repede.

Este un sicativ care promovează o uscare în toată grosimea peliculei. Face adesea filmul tare și casant. Umiditatea întîrzie acțiunea metalului.

Pe lîngă acestea, manganul are o acțiune de îngălbenire. Se pretează în combinație cu plumbul la vopsele de podele. În afară de proprietatea de sicativ, naftenatul de mangan mai are o serie întreagă de alte proprietăți, care îl fac utilizabil, în special într-o serie de reacții chimice, drept catalizator.

Fenilmercurul. Este întrebuințat în industria vopselelor și lacurilor mai ales ca fungicid, avînd și o acțiune bactericidă. Se folosește mai

ales ca adaos la vopselele expediate la tropice sau în ţări cu temperatură şi umiditate mare. În concentraţie mare produce răni. Se poate folosi şi sub formă de emulsie.

Fier. La temperatură obişnuită, sicativii pe bază de fier au acţiune comparabilă cu cei pe bază de plumb. Activitatea lui depinde mult de mediu. În uleiurile obţinute din distilarea lemnului, acţiunea fierului este mai mică ca cea a cobaltului, dar mai mare decît a manganului şi plumbului. În uleiurile de in, ordinea de sicativare este : cobalt, mangan, plumb, fier.

Se folosesc ca sicativi pentru piele, care necesită obţinerea unui film elastic în combinaţie cu cobalt sau mangan. Proporţia este de 0,1 Fe : 0,03 Co.

La vopselele pe bază de aluminiu se întrebuinţează sicativul de fier-cobalt, care, spre deosebire de cel de plumb, nu deranjează orientarea particulelor de aluminiu.

La temperatură mare, fierul este un foarte bun sicativ, dînd o duritate considerabilă filmului. Se întrebuinţează în special la emailuri. 0,05% Fe în emailuri imprimă o duritate mai mare ca 0,05 % Co. Culoarea brun-închis împiedică folosirea lui în produsele deschise la culoare.

Sicativii pe bază de fier sînt excelenţi cînd se întrebuinţează pigmenţi de carbon sau Fe_2O_3. În acest caz, ei măresc lustrul şi împiedică absorbţia sicativului de către pigmenţi. Are şi o acţiune fungicidă.

Zinc. Folosit ca sicativ are un rol secundar, îmbunătăţind activitatea sicativului principal. După Diels-Alder zincul întîrzie închiderea ciclurilor, dînd posibilitate sicativului cu acţiune principală să promoveze suficient absorbţia de oxigen activ în film, fapt care duce la o mai mare duritate.

Se recomandă proporţia de 3 : 1 — Zn : Co. La emailuri, în această proporţie produce o îngălbenire mai mică decît dacă s-ar folosi numai cobalt.

Se mai foloseşte şi ca stabilizator pentru PCV , avînd şi proprietăţi fungicide.

Zirconiu. Întrebuinţarea lui ca sicativ datează de zece ani, cînd s-a pus problema găsirii unui înlocuitor pentru cobalt, care era utilizat în multe alte scopuri. Proprietăţile lui sicative variază. Ca atare, zirconiul este un sicativ slab care se poate compara cu plumbul. În combinaţie cu alte metale şi în absenţa plumbului, măreşte mult lustrul, în acelaşi timp reducînd absorbţia sicativului de către pigment. În lacurile de răşini alchidice, în proporţie de 60%, înlocuieşte cu succes o combinaţie de plumb-cobalt, ducînd la mărirea adeziunii şi rezistenţei la apă. În schimb uscarea este întîrziată.

COMPARAŢIE ÎNTRE NAFTENAŢII METALICI ŞI ALŢI SICATIVI

Dintre tendinţele noi în domeniul sicativilor a fost menţionată la început obţinerea de sicativi pe bază de acid 2-etilhexanoic, care are proprietăţi mai bune decît cei pe bază de naftenaţi metalici, aşa cum reiese din tabela 1 care exprimă acest lucru.

Tabela 1

Sicativ	Metal, %	Culoare Gardner	Aspect
Naftenat de calciu	5	10—13	lichid gros, clar
Naftenat de calciu	4	8—11	lichid clar
Sicatol de calciu	5	3— 5	lichid clar
Naftenat de cobalt	12	violet-albastru	solid, se sparge uşor
Naftenat de cobalt	10	violet-albastru	solid
Naftenat de cobalt	8	violet-albastru	lichid clar, gros
Naftenat de cobalt	6	violet-albastru	lichid clar
Sicatol de cobalt	10	albastru	lichid vîscos, clar
Sicatol de ceriu	10	2—4	lichid
Naftenat de cupru	10	verde	solid
Naftenat de cupru	8	verde	lichid gros, clar
Naftenat de cupru	6	verde	lichid subţire, clar
Naftenat de cupru	2	verde	lichid subţire, clar
Naftenat de plumb	32	10—13	lichid gros, clar
Naftenat de plumb	30	10—12	lichid gros, clar
Naftenat de plumb	24	8—11	lichid subţire, clar
Sicatol de plumb	33	max. 3	lichid subţire, clar
Naftenat de mangan	10	brun	solid, se sparge uşor
Naftenat de mangan	8	brun	pastă
Naftenat de mangan	6	brun	lichid clar
Sicatol de mangan	10	roşu-brun	lichid clar
Natenat de fenilmercur	10Hg	4—6	lichid subţire, clar
Naftenat de fier	6	roşu-brun	lichid gros, clar
Sicatol de fier	10	roşu-brun	lichid gros, clar
Naftenat de zinc	12	7—10	lichid gros, clar
Naftenat de zinc	10	6—9	lichid clar
Naftenat de zinc	8	5—8	lichid subţire, clar
Naftenat de zinc	5	4—6	lichid subţire, clar
Sicatol de zinc	10	<1	lichid subţire, clar
Sicatol de zirconiu	10	max. S_1	lichid subţire, clar

Din tabelă reies următoarele :

a. În momentul de față se obțin sicativi de culoare mult mai deschisă cu naftenații metalici, care în cazul acidului 2-etilhexanoic sînt mult mai valoroși prin omogenitatea materiei prime.

b. Sicatolii cu același conținut în metal ca și naftenații sînt lichizi, pe cînd naftenații sînt solizi, deci mai greu de manipulat.

c. Se caută să se obțină sortimente cît mai multe chiar la sicativii solizi, existînd în general la fiecare metal 3—4 sortimente de naftenat sau alt sicativ. Există și tendința de a se fabrica naftenați cu conținut mai mic în metal, în favoarea fluidității naftenatului. Aceste produse conțin între 60 și 80% nevolatile.

În prezent se fac cercetări pentru a găsi solvenți adecvați care să micșoreze vîscozitatea și să împiedice disocierea produselor.

d. În general, soluțiile sînt lichide, clare.

Aceste concluzii se pot trage și din folosirea sortimentelor de naftenați care se găsesc pe piața mondială, și anume :

Naftenat de calciu	4% lichid 5% lichid 6% pastă
Naftenat de cobalt	8% lichid 10% pastă
Naftenat de plumb	24% lichid 30% lichid 32% pastă
Naftenat de mangan	6% lichid 8% lichid 10% pastă
Naftenat de zinc	8% lichid 12% pastă
Naftenat de fier	6% lichid.

Pe lîngă solvenții obișnuiți, white spirit, extract toluenic etc, în prezent se folosesc produse pe bază de aldoxime și cetoxime.

NAFTENAȚI METALICI FABRICAȚI ÎN R.P.R.

Naftenații metalici fabricați în R.P.R. sînt obținuți din acizii naftenici de calitate superioară distilați, cu indice de aciditate în jur de 250 mg KOH/g, și anume prin schimb de ioni între o soluție de naftenat de sodiu și o sare a metalului respectiv.

Pentru aceasta, acizii naftenici se saponifică cu sodă caustică la o temperatură de aproximativ 70—80°C, într-o autoclavă cu pereți dubli și cu serpentine interioare de încălzire. Autoclava este prevăzută cu un sistem de agitare cu palete fixat pe axul central. Se urmărește obținerea unui naftenat de sodiu 10%. Urmează precipitarea cu sarea metalului respectiv la aproximativ 80—90°C. Precipitarea poate avea loc în prezență de solvent — cazul naftenaților de cobalt și mangan—sau în absența acestuia — cazul naftenatului de plumb. În timpul procesului trebuie evitat excesul de alcalii, deoarece acesta favorizează formarea sărurilor bazice ale metalelor.

Aceste operații durează cîteva ore.

Naftenatul obținut se spală apoi cu apă fierbinte pentru îndepărtarea produșilor care nu au reacționat. Apa și solventul sînt apoi îndepărtate prin distilare.

Dacă saponificarea este defectuos făcută sau sarea de precipitare are un *p*H cuprins între 3 și 5, produsul poate să conțină acizi naftenici nereacționați, ceea ce se recunoaște prin consistența moale a produsului.

La obținerea naftenului de cobalt, pentru a împiedica oxidarea cobaltului și deci înnegrirea produsului se adaugă în timpul procesului de fabricare trietanolamina, care joacă un rol de antioxidant.

Se fabrică curent naftenat de mangan cu 10% metal și 94% nevolatile, naftenat de cobalt cu 11% metal și 95% nevolatile, naftenat de plumb cu 30% metal și 98% nevolatile și uneori la cerere, naftenat de cupru, zinc și aluminiu.

*

Naftenații metalici obținuți în R.P.R. sînt produse de bună calitate, care satisfac condițiile STAS, avînd proprietățile și întrebuințările conferite de metalul respectiv. Deși fabricarea acizilor naftenici distilați și a naftenaților metalici de calitate superioară aparține unei industrii relativ noi, ea satisface cu succes nevoile industriei de lacuri și vopsele, care sînt căutate și la export.

BIBLIOGRAFIE

[1] Tiutiumikov, B. M. și alții, *Tehnologia prelucrării grăsimilor.*

[2] Nenițescu, C. D. *Tratat elementar de chimie organică*, vol. I.

[3] Ruțkov, A. P. *Chimie coloidală.*

[4] Ialina, I. *Emulsiile și aplicațiile lor tehnice.*

[5] Ionescu, I. Muscel și Cotigaru, B. *Elemente de merceologie*, vol. I.

[6] Revista de Chimie, nr. 8, 1955, p. 440.

[7] * * * Revue française des corps gras, aug-sept 1957, p. 447—459.

[8] * * * La Chimica a L'industria, aug. 1956, p. 704.

[9] Moury & van der Lande. *Landigen naftenates and sicatoles.*

Ing. ŞT. TEODORESCU
şi ing. M. NICOLESCU

Elemente de calcul al rezistenţei vaselor sferice de presiune

Într-un articol apărut în revista Petrol şi gaze nr. 9/1963 au fost prezentate elementele de calcul geometric pentru desfăşuratele mantalelor rezervoarelor sferice.

În acest articol se prezintă elementele de calcul al rezistenţei folosite în acelaşi caz.

După cum se va vedea, calculul rezistenţei unui rezervor sferic prezintă un oarecare grad de complexitate. Pentru uşurinţa înţelegerii, în expunere s-a prezentat o sistematizare a succesiunii calculului, exemplificată printr-o aplicaţie numerică.

Aplicaţia numerică este făcută pentru rezervorul luat ca exemplu în articolul precedent.

Succesiunea calculului este unitară şi generală, cu excepţia stabilirii eforturilor unitare locale din forţele de reacţiune ale sistemului de sprijinire (3.5), care depind de tipul de sprijinire ales. În articolul de faţă este prezentat cazul unei sprijiniri prin stîlpi în zona ecuatorială.

Expunerea este sistematizată după cum urmează :

1. Calculul solicitărilor exterioare :
1.1. Solicitări gravitaţionale.
1.2. Solicitări eoliene.
1.3. Solicitări seismice.
1.4. Solicitări de reacţiune din sistemul de sprijinire.
1.5. Aplicaţie numerică.

2. Calculul de antidimensionare şi verificare a eforturilor unitare efective din manta :
2.1. Antedimensionare la presiune interioară.
2.2. Eforturi unitare datorite greutăţii proprii.
2.3. Eforturi unitare datorite presiunii hidrostatice.
2.4. Eforturi unitare datorite solicitărilor eoliene.
2.5. Eforturi unitate locale datorite forţelor de reacţiune din sistemul de sprijinire.
2.6. Aplicaţie numerică.

1. CALCULUL SOLICITĂRILOR EXTERIOARE

1.1. **Solicitări gravitaţionale.** Solicitarea gravitaţională este o sumă de solicitări elementare definite de elementele dimensionale şi de sistemul de sprijinire utilizat pentru fiecare rezervor în parte.

Aceste solicitări depind de elementele constructive specifice fiecărui vas. În general deosebim următoarele solicitări tipice :

— Greutatea mantalei :

$$G_m = \pi \; D_m^2 \cdot s \cdot 8, \quad [\text{kgf}] \qquad (1-1)$$

unde :

D_m este diametrul mediu al membranei sferice, m ;

s — grosimea membranei sferice, mm.

— Greutatea gurilor de vizitare :

$$G_{g.v.} = n \cdot G'_{g.v.}, \text{ [kgf]} \qquad (1-2)$$

unde :

n este numărul de guri de vizitare (—).

$G'_{g.v.}$ — greutatea unitară a gurii de vizitare (statistic 120 kgf).

— Greutatea racordurilor :

$$G_{rac} = \sum_{i=1}^{i=k} n_i \, p \, (g_1 + g_2 + g_3 + g_4) \text{ [kgf]} \qquad (1-3)$$

unde :

g_1 este greutatea flanşei racordului, kgf ;

g_2 — greutatea ţevii racordului, kgf ;

g_3 — greutatea inelului de întărire, kgf ;

g_4 — greutatea şuruburilor, kgf ;

n_i — numărul racordurilor de diametre diferite (—) ;

p — numărul racordurilor de acelaşi diametru (—).

— Greutatea sistemului de susţinere :

$$G_{sust.} = n \, (G'_{sust.} + G''_{sust.}) \text{ [kgf]} \qquad (1-4a)$$

$$G'_{sust.} = F_s \cdot L_s \cdot 8 \text{ [kgf]} \qquad (1-4b)$$

$$G''_{sust.} = 2 \cdot F_c \cdot L_c \cdot 8 \text{ [kgf]} \qquad (1-4c)$$

unde :

n este numărul panourilor ;

F_s — secţiunea stîlpului, mm² ;

F_c — secţiunea contravîntuirii, mm² ;

L_s — lungimea stîlpului, m ;

L_c — lungimea simplă a contravîntuirii, m.

— Greutatea minimă se calculează cu formula :

$$Q_1 = G_m + G_{g.v.} + G_{rac.} + G_{sust.} \text{ [kgf]} \qquad (1-5)$$

— Greutatea scării pisică ;

$$G_{sp} = l_{sp} \cdot 25 \text{ [kgf]} \qquad (1-6)$$

unde l_{sp} este lungimea scării pisică, m.

— Greutatea scării spirale :

$$G_{ss} = l_{ss} \cdot 120, \text{ [kgf]} \qquad (1-7)$$

unde l_{ss} este lungimea scării spirale, m

— Greutatea podeţelor :

$$G_p = F_p \cdot G'_p, \text{ [kg]} \qquad (1-8)$$

unde :

F_p este suprafaţa podeţelor, m² ;

G'_p — greutatea unitară a podeţelor, kgf/m² (70 kgf/m²).

— Greutatea conductelor şi armăturilor :

$$G_{cd} = X \cdot Q_1, \text{ [kgf]} \qquad (1-9)$$

unde :

$$X = (4 + 5) \ \% \quad (—).$$

— Greutatea apei de probă :

$$G_a = \frac{\pi}{6} D_i^3 \cdot 1\,000, \text{ [kgf]} \qquad (1-10)$$

unde D_i este diametrul interior al membranei sferice, m.

— Greutatea zăpezii :

$$G_z = \frac{\pi}{4} D_e^2 \cdot g_z, \text{ [kgf]} \qquad (1-11)$$

unde :

D_e este diametrul exterior al membranei sferice, m ;

g_z — greutatea unitară a zăpezii, kgf/m² (conf. STAS 946—56).

— Greutatea totală :

$$Q_2 = Q_1 + G_{sp} + G_{ss} + G_p + G_a + G_z \text{ [kgf]}. \qquad (1-12)$$

1.2. **Solicitări eoliene.** Solicitările eoliene se determină în conformitate cu recomandările STAS 956 — 56, după cum urmează :

— Presiunea vîntului (p_v) :

$$p_v = K_T \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot g_v, \text{ [kgf]} \qquad (1-13)$$

unde :

K_T este coeficientul aerodinamic de formă (0,35 pentru sferă) ;

K_1 — coeficientul aerodinamic de aplatisare, funcţie de raportul hn/b (h fiind înălţimea totală a construcţiei ; b — lăţimea suprafeţei de proiecţie, în cazul nostru cu D_e) ;

K_2 — coeficientul dinamic, funcţie de perioada proprie de oscilaţie (pentru structuri rigide $C_2 = 1$) ;

g_v — presiunea dinamică a vîntului.

— Forţa orizontală eoliană (P_e) :

$$P_e = \frac{\pi}{4} D_e^2 \cdot p_v \text{ [kgf]} \qquad (1-14)$$

— Momentul eolian (M_e) :

$$M_e = P_e \cdot l_e, \text{ [kgf/m]} \qquad (1-15)$$

unde l_e este distanţa de la planul ecuatorial la baza stîlpilor, m.

1.3. **Solicitări seismice.** Solicitările seismice se determină în următoarele două ipoteze :

a) vasul sferic şi construcţiile de susţinere constituie o structură rigidă ;

b) solicitările, formulele şi coeficienţii utilizaţi sînt stabiliţi considerînd numai vibraţiile fundamentale.

Schema solicitărilor este indicată în figura 1.

— Forța seismică (Q_s):

$$Q_s = Q_2 \cdot \alpha \cdot \psi \cdot \varepsilon, \text{ [kgf]} \qquad (1-16)$$

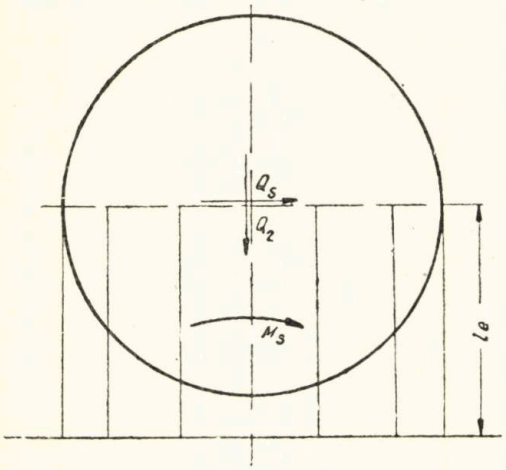


Fig. 1.

unde :

$\alpha = \alpha_{max}$ este coeficientul seismic avînd valorile conform STAS de recomandare 2936 ;
(α=0,06 pentru zona I—grad 7) ;
α = 0,10 pentru zona a II-a — grad 8) ;

ε — coeficientul de structură, funcție de numărul gradelor de libertate ale sistemului (pentru un grad de libertate $\varepsilon = 1$) ;

ψ — coeficientul de amortizare (ψ =1 pentru structuri rigide).

— Momentul seismic (M_s) :

$$M_s = Q_s \cdot l_e \text{ [kgfm]} \qquad (1-17)$$

Observație : în cazul cînd rezervorul se sprijină pe o structură de beton armat trebuie considerat în calcul și efectul de descărcare al acestei structuri.

1.4. **Solicitări de reacțiune din sistemul de sprijinire.** Solicitările de reacțiune se determină considerînd următoarele patru ipoteze :

a. Direcția forței orizontale este pe bisectoarea a doi stîlpi adiacenți.

b. Cazul cel mai dezavantajos este la sarcina maximă în condiții de seismicitate.

c. Se consideră acțiunea simultană a momentului seismic și a forței gravitaționale maxime, aplicîndu-li-se principiul suprapunerii efectelor.

d. Reacțiunile din stîlpi variază după o lege liniară. Schema solicitărilor este indicată în figura 2.

Conform ipotezei *d* și cu referire la notațiile din figura 2, a—b, avem :

$$M_s = 4\,(R_1 d_1 + \ldots + R_i\, d_i) \text{ ; [kgfm]} \qquad (1-18a)$$

$$\begin{aligned} d_1 &= \frac{D}{2} \sin \frac{2\pi}{m} ; \\ d_2 &= \frac{D}{2} \sin \frac{4\pi}{m} ; \\ &\vdots \\ d_{i-1} &= \frac{D}{2} \sin \frac{(m-6)\,\pi}{2m} ; \\ d_i &= \frac{D}{2} \sin \frac{(m-2)\,\pi}{2m} ; \end{aligned} \qquad (1-18b)$$

unde :

$i = \frac{m-2}{4}$ este numărul de stîlpi cuprinși într-un sfert de cerc (fig. 2, *b*) ;

D — diametrul cercului centrilor stîlpilor, m ;

$R_{1,2,\ldots i}$ — reacțiunile din stîlpi, kgf.

Ținînd seamă de (1—18 b), relația (1—18 a) se poate scrie :

$$M_s = 2D\left[R_1 \sin\frac{2\pi}{m} + R_2 \sin\frac{4\pi}{m} + \ldots + R_{i-1} \sin\frac{(m-6)\,\pi}{2m} + R_i \sin\frac{(m-2)\,\pi}{2m}\right] \text{[kgfm]}. \qquad (1-19)$$

Conform figurii 2, *b*, avem :

$$\frac{R_1}{R_i} = \frac{d_1}{d_i} = \frac{\sin\frac{2\pi}{m}}{\sin\frac{(m-2)\,\pi}{2m}} ;$$

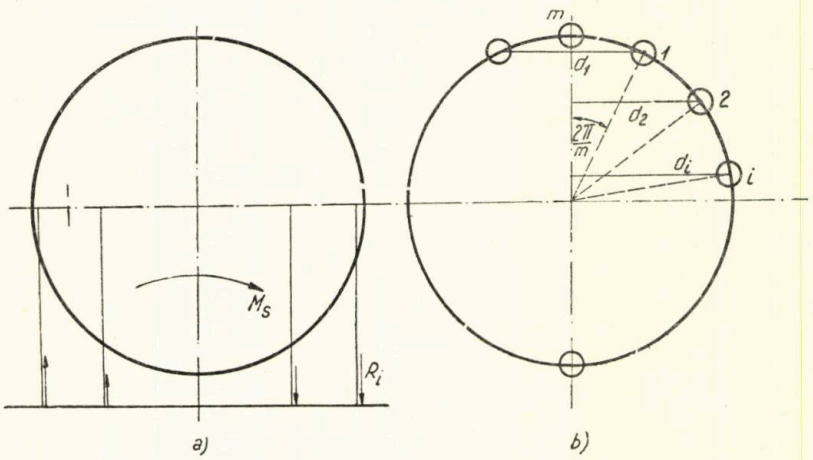


Fig. 2.

$$\begin{aligned} \frac{R_2}{R_i} &= \frac{d_2}{d_i} = \frac{\sin\frac{4\pi}{m}}{\sin\frac{(m-2)\,\pi}{2m}} ; \\ &\cdot \\ &\cdot \\ &\cdot \\ \frac{R_{i-1}}{R_i} &= \frac{d_{i-1}}{d_i} = \frac{\sin\frac{(m-6)\,\pi}{2m}}{\sin\frac{(m-2)\,\pi}{2m}} . \end{aligned} \qquad (1-20)$$

Relaţiile (1—20) se mai pot scrie :

$$R_1 = R_i \frac{\sin \frac{2\pi}{m}}{\sin \frac{(m-2)\,\pi}{2m}};$$

$$R_2 = R_i \frac{\sin \frac{4\pi}{m}}{\sin \frac{(m-2)\,\pi}{2m}}; \qquad (1—21)$$

$$\vdots$$

$$R_{i-1} = R_i \frac{\sin \frac{(m-6)\,\pi}{2m}}{\sin \frac{(m-2)\,\pi}{2m}}.$$

Înlocuind aceste valori ale reacţiunilor R_1, R_2, ... R_{i-1} şi explicitînd în R_i, ecuaţia (1—19) devine :

$$R_i = \frac{M_S}{2D} \cdot \frac{\sin \frac{(m-2)\,\pi}{2m}}{\sin^2 \frac{2\pi}{m} + \sin^2 \frac{4\pi}{m} + \ldots + \sin^2 \frac{(m-6)\,\pi}{2m}} \text{ [kgf]} \qquad (1—22)$$

Efortul maxim din stîlp din greutatea centrică şi momentul încovoietor este, evident :

$$R_{max} = R_i + \frac{Q_{max}}{m}. \text{ [kgf]} \qquad (1—23)$$

1.5. **Aplicaţie numerică.** Pentru un rezervor de stocat butan avînd $V = 2\,000$ m^3, $D_e = 15{,}71$ m, $s = 30$ mm, $\gamma = 784$ kgf/m^3, $p_c = 8$ kgf/cm^2, succesiunea calculelor şi rezultatelor numerice este următoarea :

Solicitări gravitaţionale

— greutatea mantalei conform (1—1) :

$$G_m = \pi \cdot 15{,}68^2 \cdot 30 \cdot 8 = 182\,000 \text{ kgf};$$

— greutatea gurilor de vizitare conform (1—2) :

$$G_{gv} = 2.120 = 240 \text{ kgf}.$$

— greutatea racordurilor conform (1—3) :

$$G_{rac} = 1.(19 + 13 + 5 + 2) + 1(10 + 6 + 3 + 1) + 1(27 + 75 + 7 + 2) + 4(13+9+4+2) + 1(4 + 3 + 1 + 1) + 5(3 + 2 + 1 + 1) = 326 \text{ kgf};$$

— greutatea sistemului de susţinere conform (1—4 a, b, c) :

$$G_{sust} = 10\,(1\,400 + 230) = 16\,300 \text{ kgf}.$$

Greutatea minimă conform (1—5) :

$$Q_1 = 182\,000 + 240 + 326 + 16\,300 = 198\,866 = 200\,000 \text{ kgf};$$

— greutatea scării pisică conform (1—6) :

$$G_{sp} = 18{,}25 \cdot 25 = 456 \text{ kgf};$$

— greutatea scării spirală conform (1—7) :

$$G_{ss} = 26 \cdot 120 = 3\,120 \text{ kgf};$$

— greutatea podeţelor conform (1—8) :

$$G_p = 12{,}1 \cdot 70 = 850 \text{ kgf};$$

— greutatea conductelor conform (1—9) :

$$G_{cd} = 0{,}05 \cdot 200\,000 = 10\,000 \text{ kgf};$$

— greutatea apei de probă conform (1—10) :

$$G_a = \frac{\pi}{6} 15{,}65^3 \cdot 1\,000 = 2\,030\,000 \text{ kgf};$$

— greutatea zăpezii conform (1—11) :

$$G_z = \frac{\pi}{4} 15{,}71^2 \cdot 75 = 14\,700 \text{ kgf}.$$

Greutatea maximă conform (1—12) :

$$Q_2 = 200\,000 + 456 + 3\,120 + 850 + 10\,000 + 2\,030\,000 + 14\,700 = 2\,259\,126 = 2\,259\,000 \text{ kgf}$$

Solicitări eoliene

— presiunea vîntului conform (1—13) :

$$p_v = 0{,}35 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 170 = 59{,}5 \text{ kgf/m}^2;$$

— forţa orizontală conform (1—14) :

$$P_e = \frac{\pi}{4} 15{,}71^2 \cdot 59{,}5 = 11\,650 \text{ kgf};$$

— momentul eolian conform (1—15) şi figura 3 ;

$$M_e = 11\,650 \cdot 8{,}855 = 103\,200 \text{ kgfm}.$$

Solicitări seismice

— forţa seismică conform (1—16) :

$$Q_s = 2\,259\,000 \cdot 0{,}10 \cdot 1 \cdot 1 = 225\,900 \text{ kgf};$$

— momentul seismic conform (1—17) :

$$M_s = 225\,900 \cdot 8{,}855 = 2\,000\,000 \text{ kgfm}.$$

Solicitări de reacţiune din sistemul de sprijinire

— reacţiunea maximă datorită momentului seismic conform (1—22) :

$$R_i = \frac{2\,000\,000 \times 0{,}951}{2.15{,}71(0{,}588^2 + 0{,}951^2)} = 48\,300 \text{ kgf};$$

— efortul maxim din stîlp conform (1—23) :

$$R_{max} = 48\,300 + 225\,900 = 274\,200 \text{ kgf}$$

2. CALCULUL DE ANTIDIMENSIONARE ŞI VERIFICARE A EFORTURILOR UNITARE EFECTIVE DIN MANTA

2.1. **Antedimensionarea mantalei la presiune interioară şi eforturi unitare din presiune.** Pentru solicitări de membrană, dimensionarea mantalei se face prin formula cunoscută pentru membrane sferice :

$$s = \frac{D_m \cdot p}{4\,\frac{\sigma_c}{K_s}\cdot v + p} + c \text{ [cm]} \qquad (2-1a)$$

unde :

D_m este diametrul mediu al membranei sferice, cm ;
p_p — presiunea de probă ($p_p = 1{,}25\,p_c$), kgf/cm² ;
σ_c — limita de curgere a materialului kgf/cm² ;
K_s — coeficientul de siguranţă (k_s=1,5)(—);
v — cifra de calitate a îmbinării sudate [—] ;
c — adaosul de coroziune (c=1 mm pentru s<30 mm şi c=0 pentru s >30 mm);
p — solicitarea de presiune, inclusiv efectul hidrostatic, care se calculează cu formulele :

— pentru zona supraecuatorială

$$p = p_c + \gamma \cdot R_i \text{ [kgf/cm²]} \qquad (2-1b)$$

— pentru zona subecuatorială

$$\overline{p} = p_c + 2 \cdot \gamma \cdot R_i, \text{ [kgf/cm²]} \qquad (2-1c)$$

unde :

γ este greutatea specifică a lichidului în condiţii de probă, kgf/cm³ ;
R_i — raza interioară a aparatului, cm.

Eforturile unitare din presiune după paralelă (N_θ) şi meridian (N_φ) se deduc după antedimensionare cu formula :

— zona supraecuatorială

$$N_{\varphi_p} = N_{\theta_p} = \sigma_{ef} \cdot s = s\,\frac{p \cdot D_m - p\,(s-c)}{4\,(s-c)} \text{ [kgf/cm]} \qquad (2-2a)$$

— zona subecuatorială :

$$\overline{N}_{\varphi_p} = \overline{N}_{\theta_p} = \sigma_{ef} \cdot \overline{s} = \overline{s}\,\frac{\overline{p} \cdot D_m - \overline{p}\,(\overline{s}-c)}{4\,(\overline{s}-c)} \text{ [kgf/cm]} \qquad (2-2b)$$

2.2. **Eforturi unitare din sarcina simetrică dată de greutatea proprie.** După [1], în cazul solicitărilor cu simetrie axială ecuaţiile generale ale membranei pot fi înlocuite prin sistemul de ecuaţii diferenţiale :

$$\frac{d}{d\Phi}(rN_\varphi) - r_1 N_\theta \cos\varphi = -p_\varphi r r_1 \qquad (2-3a)$$

$$\frac{N_\varphi}{r_1} + \frac{N_\theta}{r_2} = p_r, \qquad (2-3b)$$

unde : φ este unghiul format de raza vectoare a punctului curent cu axul de simetrie al membranei de revoluţie.

Prin substituţii algebrice şi integrare se determină valoarea eforturilor unitare pentru sferă :

$$N_\varphi = \frac{R}{\sin^2\varphi}\left[\int_0^\varphi (p_r \cos\varphi - p_\varphi \sin\varphi)\sin\varphi\cos\varphi + c\right]. \qquad (2-4)$$

Plecînd de la ecuaţiile generale ale membranelor sferice solicitate axial simetric şi considerînd sarcinile unitare din greutate proprie determinate cu formula :

$$g = s.8, \text{ [kgf/m²]} \qquad (2-5a)$$

unde : s este grosimea mantalei, mm ;
precum şi componentele tangenţială şi radială ale ecuaţiei determinate cu formulele :

$$p_\varphi = g \sin\varphi \text{ [kgf/m²]} \qquad (2-5b)$$

$$p_r = -g\cos\varphi \text{ [kgf/m²]} \qquad (2-5c)$$

se determină eforturile unitare cu expresiile :

— zona supraecuatorială :

$$N_{\varphi_g} = -\frac{g \cdot R_m}{1+\cos\varphi} \text{ [kgf/cm]} \qquad (2-6a)$$

$$N_{\theta_g} = g \cdot R_m\left(\frac{1}{1+\cos\varphi} - \cos\varphi\right) \text{[kgf/cm]} \qquad (2-6b)$$

— zona subecuatorială :

$$\overline{N}_{\varphi_g} = \frac{g \cdot R_m}{1-\cos\varphi} \text{ [kgf/cm]} \qquad (2-6c)$$

$$\overline{N}_{\theta_g} = -g \cdot R_m\left(\frac{1}{1-\cos\varphi} + \cos\varphi\right) \text{[kgf/cm]} \qquad (2-6d)$$

În zona ecuatorială $\left(\varphi = \frac{\pi}{2}\right)$, membrana şi sistemul de susţinere sînt solicitate după direcţia meridianului — datorită variaţiei în salt a efortului unitar N_φ cu efortul suplimentar :

$$\Delta N_{\varphi_g} = N_{\varphi_g} - \overline{N}_{\varphi_g}, \text{ [kgf/cm]} \qquad (2-7a)$$

avînd componentele :

$$H = \Delta N_{\varphi_g} \cdot \cos\frac{\pi}{2} = 0 \text{ [kgf/cm]} \qquad (2-7b)$$

$$V = \Delta N_{\varphi_g} \cdot \sin\frac{\pi}{2} = 2 \cdot g \cdot R_m \text{ [kgf/cm]} \qquad (2-7c)$$

Valorile efortului unitar sînt funcție de unghiurile φ și θ, legea de variație fiind exemplificată în aplicația numerică.

2.3. **Eforturi unitare din sarcina simetrică dată de presiunea hidrostatică.** În aceeași ipoteză, funcție de înălțimea coloanei de lichid și caracteristicile fizice ale acestuia, forțele exterioare se exprimă astfel:

$$p_\varphi = 0 \ \text{[kgf/cm]} \qquad (2-8a)$$

$$p_r = \gamma \cdot R_m (1-\cos\varphi) \ \text{[kgf/cm]}. \qquad (2-8b)$$

Folosind ecuațiile generale pentru o membrană sferică solicitată cu forțe axial simetrice și determinînd constantele de integrare din condiția că pentru partea superioară:

$$h = 0\,;\ N_\varphi = N_\theta = 0,\ C = 1/6,$$

se determină expresiile eforturilor unitare:

$$N_{\varphi_h} = \frac{\gamma \cdot R_m^2}{6}\left(1 - \frac{2\cos^2\varphi}{1+\cos\varphi}\right) \text{[kgf/cm]} \qquad (2-9a)$$

$$N_{\theta_h} = \frac{\gamma \cdot R_m^2}{6}\left(5 - 6\cos\varphi + \frac{2\cos^2\varphi}{1+\cos\varphi}\right) \text{[kgf/cm]} \qquad (2-9b)$$

Pentru zona subecuatorială, folosind aceleași formule și determinînd constanta de integrare din condiția ca eforturile unitare $\overline{N}_\varphi$ și $\overline{N}_\theta$ să aibă o valoare finită, inferioară efortului maxim capabil al materialului, acoperită față de aceasta cu o valoare de $4 \div 5$, rezultă pentru constantă valoarea $C = 5/6$, iar eforturile elementare unitare se determină cu formulele:

$$\overline{N}_{\varphi_h} = \frac{\gamma R_m^2}{6}\left(5 + \frac{2\cos^2\varphi}{1-\cos\varphi}\right) \text{[kgf/cm]} \qquad (2-9c)$$

$$\overline{N}_{\theta_h} = \frac{\gamma R_m^2}{6}\left(1 - 6\cos\varphi - \frac{2\cos^2\varphi}{1-\cos\varphi}\right) \text{[kgf/cm]} \qquad (2-9d)$$

În zona ecuatorială, $\left(\varphi = \frac{\pi}{2}\right)$ membrana și sistemul de susținere sînt solicitate după direcția meridianului cu o forță suplimentară:

$$\Delta N_{\varphi_h} = N_{\varphi_h} - \overline{N}_{\varphi_h}, \ \text{[kgf/cm]} \qquad (2-10a)$$

avînd componentele:

$$H = 0 \ \text{[kgf/cm]} \qquad (2-10b)$$

$$V = \frac{2}{3}\gamma R_m^2 \ \text{[kgf/cm]} \qquad (2-10c)$$

Valorile eforturilor unitare sînt funcție de unghiurile φ și θ, legea de variații fiind exemplificată în aplicația numerică.

2.4. **Eforturi unitare din sarcina asimetrică dată de vînt.** După [1], în cazul solicitărilor fără simetria axială, ecuațiile generale pentru membrana sferică capătă forma:

$$\frac{dN_{\varphi_n}}{d\varphi} + 2\operatorname{ctg}\varphi \cdot N_{\varphi_n} + \frac{n}{\sin\varphi} \cdot N_{\varphi_n} = R_m(-p_{\Phi_n} + \operatorname{ctg}\varphi \cdot p_{r_n}) \qquad (2-11a)$$

$$\frac{dN_{\varphi\theta_n}}{d\varphi} + 2\operatorname{ctg}\varphi \cdot N_{\varphi\theta_n} + \frac{n}{\sin\varphi} \cdot N_{\varphi_n} = R_m\left(-p_{\theta_n} + \frac{n}{\sin\Phi} p_{r_n}\right) \qquad (2-11b)$$

Suma și diferența acestor ecuații — U și V — reprezintă chiar suma și diferența eforturilor unitare rezultate. Prin derivarea ecuațiilor de bază și integrarea ecuațiilor diferențiale liniare de ordinul întîi se obțin pentru mărimile U și V expresiile:

$$U = \frac{\operatorname{ctg}^n \varphi/2}{\sin^2\varphi}\left[A_n - R_m\int\left(p_{\varphi_n} + p_{\theta_n} - \frac{n+\cos\varphi}{\sin\varphi} p_{r_n}\right)\sin^2\varphi \operatorname{tg}^n\frac{\varphi}{2}\,d\varphi\right] \qquad (2-12a)$$

$$V = \frac{\operatorname{tg}^n \varphi/2}{\sin^2\varphi}\left[B_n - R_m\int\left(p_{\varphi_n} - p_{\theta_n} + \frac{n-\cos\varphi}{\sin\varphi} p_{r_n}\right)\sin^2\varphi \operatorname{ctg}^n\frac{\varphi}{2}\,d\varphi\right] \qquad (2-12b)$$

În ipoteza că solicitarea vîntului este perpendiculară pe un plan tangent la sferă și că cele două componente se determină cu formulele:

$$p_r = -p_v \sin\varphi \cdot \cos\theta\,; \qquad (2-13a)$$

$$p_\theta = p_\varphi = 0. \qquad (2-13b)$$

Ecuațiile care dau eforturile unitare sînt următoarele:

— zona supraecuatorială:

$$N_{\varphi_v} = p_v R_m\left(-\frac{2}{3} + \cos\varphi - \frac{1}{3}\cos^3\varphi\right)\frac{\cos\varphi}{\sin^3\varphi}\cos\theta \ \text{[kgf/cm]} \qquad (2-14a)$$

$$N_{\theta_v} = p_v \cdot R_m\left(\frac{2}{3}\cos\varphi - \sin^2\varphi - \frac{2}{3}\cos^4\varphi\right)\frac{1}{\sin^3\varphi}\cos\theta \ \text{[kgf/cm]} \qquad (2-14b)$$

$$N_{\varphi\theta_v} = p_v R_m\left(-\frac{2}{3} + \cos\varphi - \frac{1}{3}\cos^3\varphi\right)\frac{1}{\sin^3\varphi}\sin\theta \ \text{[kgf/cm]} \qquad (2-14c)$$

— zona subecuatorială :

$$\overline{N}_{\varphi_v} = p_v R_m \left(-\frac{2}{3} - \cos\varphi + \right.$$

$$\left. + \frac{1}{3}\cos^3\varphi \right) \frac{\cos\varphi}{\sin^3\varphi} \cos\theta \ [\text{kgf/cm}] \quad (2-15a)$$

$$\overline{N}_{\theta_v} = -p_v R_m \left(\frac{2}{3}\cos\varphi + \sin^2\varphi + \right.$$

$$\left. + \frac{2}{3}\cos^4\varphi \right) \frac{1}{\sin^3\varphi} \cos\theta \ [\text{kgf/cm}] \quad (2-15b)$$

$$\overline{N}_{\varphi\theta_v} = p_v R_m \left(\frac{2}{3} + \cos\varphi - \right.$$

$$\left. - \frac{1}{3}\cos^3\varphi \right) \frac{1}{\sin^3\varphi} \sin\theta \ [\text{kgf/cm})] \quad (2-15c)$$

Valorile eforturilor unitare sînt funcție de unghiurile φ și θ, legea de variație fiind exemplificată în aplicația numerică.

2.5. **Eforturi unitare locale din forțele de reacțiune ale sistemului de sprijinire.** Prezentăm pe scurt, după [1], determinarea eforturilor unitare.

Calculul se face considerînd cazul membranei sferice încărcate cu o sarcină verticală periodică din reacțiunile de sprijinire, distribuită pe suprafața unei secțiuni paralele cu ecuatorul sub un unghi $\varphi = \varphi_0$.

Considerînd soluția omogenă a ecuațiilor (2—12a) și (2—12b), adică în ipoteza că $p_\varphi = p_\theta = p_r = 0$, se obțin ecuațiile care dau eforturile dintr-o membrană solicitată numai pe contur :

$$N_{\varphi_n} = -N_{\theta_n} = \frac{1}{2}(U+V) = \frac{1}{2\sin^2\varphi}(A_n \operatorname{ctg}^n\varphi/2 +$$

$$+ B_n \operatorname{tg}^n\varphi/2) \ [\text{kgf/cm}] \quad (2-16a)$$

$$N_{\varphi\theta_n} = \frac{1}{2}(U-V) = \frac{1}{2\sin^2\varphi}(A_n \operatorname{ctg}^n\varphi/2 -$$

$$- B_n \operatorname{tg}^n\varphi/2) \ [\text{kgf/cm}] \quad (2-16b)$$

Soluția constă din două părți independente cu factorii arbitrari A_n și B_n. Conform ipotezei, ecuațiile de mai sus au pentru $n \geqslant 2$, soluție continuă în toate punctele funcție numai de B_n. Aceasta corespunde unei încărcări periferice combinate, normală și de forfecare, raportul dintre cele două eforturi unitare fiind determinat de φ_0 și n, cu semnificațiile indicate pentru fiecare în parte.

Aceasta ne permite să găsim eforturile unitare rezultante, ca acelea din figura 3.

În acest caz, membrana este supusă la o sarcină periferică discontinuă. Pe m sectoare ale circumferinței încărcarea este de compresiune, iar în rest de întindere. Relația biunivocă dintre aceste încărcări este determinată de condiția de echilibru mecanic al sarcinilor după direcția verticală.

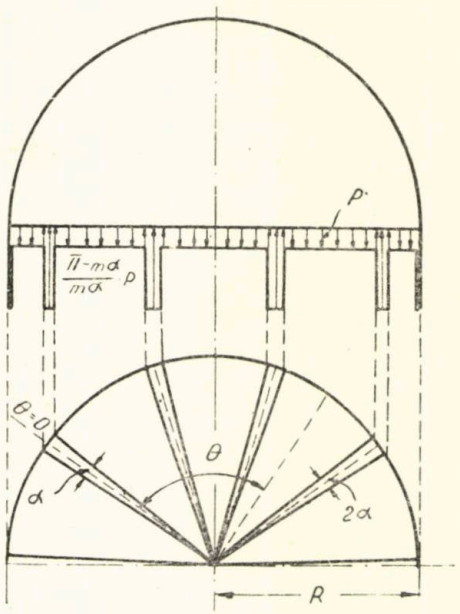


Fig. 3.

Sarcina periferică pe contur se determină cu formula :

$$P = \frac{Q_2}{R_m\,(2\pi - m \cdot 2\alpha)} \ [\text{kgf/cm}] \quad (2-17)$$

unde 2α este unghiul la centru corespunzător arcului de sprijinire.

Încărcarea de reacțiune din zona de reazem se calculează cu formula :

$$R = -\frac{P(\pi - m\alpha)}{m\alpha} \ [\text{kgf/cm}] \quad (2-18)$$

Se dezvoltă forțele de contur, constînd din încărcarea P și reacțiunea R, în serii Fourier. Datorită simetriei forțelor, în aceste dezvoltări vor apărea numai termeni cu $n = m$, $2m$, $3m$, ...

Pentru efortul unitar de contur rezultă expresia :

$$(N_\varphi)_{contur} = -\frac{2P}{\alpha} \sum_{n=m,\,2m,\,3m,\ldots}^{\infty} \frac{\sin n\alpha}{n} \cos n\theta \ [\text{kgf/cm}]$$

(2—19)

Dacă se elimină din (2—16) termenii în A_n și dacă se efectuează adunarea, pentru același efort unitar se obține expresia :

$$N_\varphi = \frac{1}{2\sin^2\varphi} \sum_{n=m,\,2m,\,3m,\ldots}^{\infty} B_n \operatorname{tg}^n\varphi/2 \cos n\theta \ [\text{kgf/cm}]$$

(2—20)

Identificînd termenii ecuațiilor (2—19) și (2—20) se obține :

$$B_n = -\frac{4P}{\alpha}\cdot\frac{\sin n\alpha}{n}\cdot\frac{\sin^2\varphi_0}{\operatorname{tg}^n\varphi_0/2},\quad n = m,\ 2m,\ 3m,\ \ldots \tag{2—21}$$

Introducînd în (2—20) valoarea lui B_n pentru valoarea eforturilor unitare se obține :

$$N_{\varphi_r} = -N_{\theta_r} = -\frac{2P}{\alpha}\cdot\frac{\sin n\alpha}{n}\cdot$$

$$\cdot\frac{\sin^2\varphi_0}{\sin^2\varphi}\sum_{n=m,\,2m,\,3m,\,\ldots}^{\infty}\cdot\frac{\sin n\alpha}{n}\cdot\frac{\operatorname{tg}^n\varphi/2}{\operatorname{tg}^n\varphi_0/2}\cos n\theta\ [\text{kgf/cm}] \tag{2—22a}$$

$$N_{\varphi\theta_r} = \frac{2P}{\alpha}\cdot\frac{\sin^2\varphi_0}{\sin^2\varphi}\sum_{n=m,\,2m,\,3m,\,\ldots}^{\infty}\cdot\frac{\sin n\alpha}{n}\cdot$$

$$\cdot\frac{\operatorname{tg}^n\varphi/2}{\operatorname{tg}^n\varphi_0/2}\sin n\theta\ [\text{kgf/cm}] \tag{2—22b}$$

În cazul particular al sprijinirii ecuatoriale ($\varphi_0 = 90°$), formulele acestea devin :

$$N_{\varphi_r} = -N_\theta = -\frac{2P}{\alpha}\cdot\frac{\sin n\alpha}{n}\cdot$$

$$\cdot\frac{1}{\sin^2\varphi}\sum_{n=m,\,2m,\,3m,\,\ldots}^{\infty}\frac{\sin n\alpha}{n}\cdot\operatorname{tg}^n\varphi/2\cos n\theta\ [\text{kgf/cm}] \tag{2—23a}$$

$$N_{\varphi\theta_r} = \frac{2P}{\alpha}\cdot\frac{1}{\sin^2\varphi}\sum_{n=m,\,2m,\,3m,\,\ldots}^{\infty}\frac{\sin n\alpha}{n}\cdot\operatorname{tg}^n\varphi/2\cdot$$

$$\cdot\sin n\theta\ [\text{kgf/cm}] \tag{2—23b}$$

Facem următoarele precizări asupra eforturilor unitare de forțe concentrate :

— eforturile unitare determinate cu ecuațiile (2—23) se însumează cu eforturile unitare datorite celorlalte solicitări ;

— ecuațiile (2—23) s-au dedus în ipoteza repartiției uniforme a încărcării de compresiune pe întreaga lățime a suportului ;

— dacă se dorește să se obțină o soluție mai exactă a problemei, se vor lua în considerare și armonicele de grad superior.

2.6. **Aplicație numerică.** Pentru rezorvorul de butan avînd elementele dimensionale din exemplul precedent și datele de construcție rezistentă de mai jos :

material : oțel aliat 16 ГТ (slab aliat cu bază de Mn)

$$\sigma_c^{20°C} = 2\ 700\ \text{kgf/cm}^2 ;$$
$$v = 0\ 8$$
$$k_s = 1{,}5 ;$$
$$c = 1\ \text{mm} ;$$
$$p_v = 59{,}5\ \text{kgf/m}^2.$$

Se va face calculul de antedimensionare și de verificare complet al eforturilor unitare.

Antedimensionarea :

— presiunea pentru zona supraecuatorială, conform (2—1 b) :

$$p = 8 + 784\cdot10^{-3} = 8{,}8\ [\text{kgf/cm}^2];$$

— presiunea pentru zona subecuatorială, conform (2—1 c) :

$$\overline{p} = 8 + 2\cdot784\cdot10^{-3} = 9{,}6\ [\text{kgf/cm}^2];$$

— grosimea mantalei în zona supraecuatorială conform (2—1 a) :

$$s = \frac{1\,568\cdot8{,}8}{4\cdot\dfrac{2\,700}{1{,}5}\cdot0{,}8 + 8{,}8} + 0{,}1 = 2{,}5\ \text{cm};$$

— grosimea mantalei în zona subecuatorială :

$$\overline{s} = \frac{1\,568\cdot9{,}6}{4\cdot\dfrac{2\,700}{1{,}5}\cdot0{,}8 + 9{,}6} + 0{,}1 = 2{,}7\ \text{cm};$$

— eforturile unitare maxime conform (2—2b):

$$\overline{N}_{\varphi_p} = \overline{N}_{\theta_p} = \frac{9{,}6\cdot1\,568 - 9{,}6\,(2{,}7-0{,}1)}{4\,(2{,}7-0{,}1)}\cdot$$

$$\cdot2{,}7 = 3\,900\ \text{kgf/cm}.$$

Eforturi unitare din greutatea proprie pentru o membrană sferică de grosime rotunjită $s = 30$ mm :

— zona supraecuatorială, conform (2—6, a, b).

$$N_{\varphi_g} = -\frac{2{,}4\cdot10^{-2}\times784}{1+\cos\varphi}\ [\text{kgf/m}^2];$$

$$N_{\theta_g} = 2{,}4\cdot10^{-2}\times784\left(\frac{1}{1+\cos\varphi} - \cos\varphi\right)[\text{kgf/cm}];$$

— zona subecuatorială conform (2—6, c, d) :

$$\overline{N}_{\varphi_g} = \frac{2{,}4\cdot10^{-2}\times784}{1-\cos\varphi}\ [\text{kgf/cm}];$$

$$\overline{N}_{\theta_g} = -2{,}4\cdot10^{-2}\times784\left(\frac{1}{1-\cos\varphi} + \right.$$

$$\left. + \cos\varphi\right)\ [\text{kgf/cm}].$$

Valorile eforturilor unitare pentru $0 < \varphi < \pi$ sînt calculate în tabela 1 și reprezentate în figura 4.

— variația efortului unitar N_φ și a componentei verticale conform (2—7, a, b) :

$$\Delta N_{\varphi_g} = -18{,}43 - 18{,}43 = -36{,}86\ \text{kgf/cm};$$

$$V_g = -36{,}85\cdot1 = -36{,}86\ \text{kgf/cm}.$$

Tabela 1

φ	0	$\pi/6$	$\pi/4$	$\pi/3$	$\pi/2$	$\pi/2$	$2\pi/3$	$3\pi/4$	$5\pi/6$	π
N_{φ_g}, $\overline{N}_{\varphi_g}$	−9,21	−9,88	−10,80	−12,30	−18,43	18,43	12,30	10,80	9,88	9,21
N_{θ_g}, $\overline{N}_{\theta_g}$	−9,21	−6,08	− 2,21	3,06	18,43	−18,43	−3,06	2,21	6,08	9,21

Eforturi unitare din presiunea hidrostatică :

— zona supraecuatorială conform (2—9 a, b) :

$$N_{\varphi_h} = \frac{0{,}650 \cdot 10^{-3} \cdot 784^2}{6}\left(1 - \frac{2\cos^2\varphi}{1+\cos\varphi}\right) \text{ [kgf/cm]};$$

$$N_{\theta_h} = \frac{0{,}650 \cdot 10^{-3} \cdot 784^2}{6}\left(5 - 6\cos\varphi + \frac{2\cos^2\varphi}{1+\cos\varphi}\right) \text{ [kgf/cm]};$$

— zona subecuatorială conform (2—9 c, d) :

$$\overline{N}_{\varphi_h} = \frac{0{,}650 \cdot 10^{-3} \cdot 784^2}{6}\left(5 + \frac{2\cos^2\varphi}{1-\cos\varphi}\right) \text{ [kgf/cm]};$$

$$\overline{N}_{\theta_h} = \frac{0{,}650 \cdot 10^{-3} \cdot 784^2}{6}\left(1 - 6\cos\varphi - \frac{2\cos^2\varphi}{1-\cos\varphi}\right) \text{[kgf/cm]}$$

Valorile efortuiilor unitare pentru $0 < \varphi < \pi$ sînt calculate în tabela 2 şi reprezentate în figura 5.

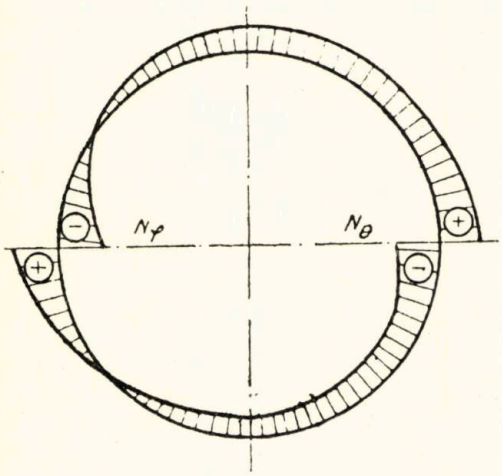


Fig. 4.

— variaţia efortului unitar N_φ şi a componentei verticale conform (2—10, a, c) :

$$\Delta N_{\varphi_h} = 66{,}7 - 333{,}50 = -266{,}80 \text{ [kgf/cm]}$$

$$V_h = -266{,}8 \times 1 = -266{,}8 \text{ [kgf/cm]}$$

Eforturi unitare din presiunea vîntului :

— zona supraecuatorială conform (2—14 a, b, c) :

$$N_{\varphi_v} = 59{,}5 \cdot 10^4 \cdot 784\left(-\frac{2}{3} + \cos\varphi - \frac{1}{3}\cos^3\varphi\right)\frac{\cos\varphi}{\sin^3\varphi}\cos\theta \text{ [kgf/cm]};$$

$$N_{\theta_v} = 59{,}5 \cdot 10^{-4} \cdot 784\left(\frac{2}{3}\cos\varphi - \sin^2\varphi - \frac{2}{3}\cos^4\varphi\right)\frac{\cos\theta}{\sin^3\varphi} \text{ [kgf/cm]};$$

$$N_{\varphi\theta_v} = 59{,}5 \cdot 10^{-4} \cdot 784\left(-\frac{2}{3} + \cos\varphi - \frac{1}{3}\cos^3\varphi\right)\frac{1}{\sin^3\varphi}\sin\theta \text{ [kgf/cm]}$$

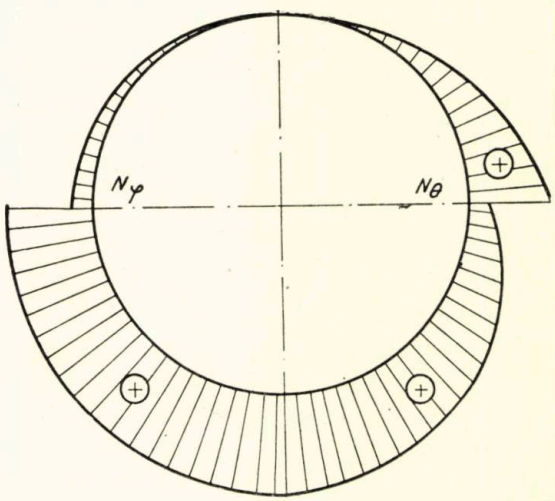


Fig. 5.

Tabela 2

φ	0	$\pi/6$	$\pi/4$	$\pi/3$	$\pi/2$	$\pi/2$	$2\pi/3$	$3\pi/4$	$5\pi/6$	π
N_{φ_h}, $\overline{N}_{\varphi_h}$	0	13,09	27,60	44,50	66,70	333,50	355,60	375,80	387,50	400,00
N_{θ_h}, $\overline{N}_{\theta_h}$	0	40,30	89,70	155,40	333,50	66,70	244,60	307,50	359,00	400,00

— zona subecuatorială conform (2—15 a, b, c):

$$\overline{N}_{\varphi_v} = 59{,}5 \cdot 10^{-4} \cdot 784 \left(-\frac{2}{3} - \cos\varphi + \right.$$

$$\left. + \frac{1}{3}\cos^3\varphi \right) \frac{\cos\varphi}{\sin^3\varphi} \cos\theta \ [\text{kgf/cm}];$$

$$\overline{N}_{\theta_v} = -59{,}5 \cdot 10^{-4} \cdot 784 \left(\frac{2}{3}\cos\varphi + \sin^2\varphi + \right.$$

$$\left. + \frac{2}{3}\cos^4\varphi \right) \frac{\cos\theta}{\sin^3\varphi} \ [\text{kgf/cm}];$$

$$\overline{N}_{\varphi\theta_v} = 59{,}5 \cdot 10^{-4} \cdot 784 \left(\frac{2}{3} + \cos\varphi - \right.$$

$$\left. - \frac{1}{3}\cos^3\varphi \right) \frac{1}{\sin^3\varphi} \sin\theta \ [\text{kgf/cm}]$$

Valorile eforturilor unitare pentru $0 < \varphi < \pi$ sînt calculate în tabela 3 și reprezentate în figura 6, pentru meridianul cel mai solicitat ($\theta = 0$).

Tabela 3

φ	0	$\pi/6$	$\pi/4$	$\pi/3$	$\pi/2$	$2\pi/3$	$3\pi/4$	$5\pi/4$	π
N_{φ_v}, $\overline{N}_{\varphi_v}$	0	−0,55	−0,724	−0,75	0	−0,75	−0,724	−0,55	0
N_{θ_v}, $\overline{N}_{\theta_v}$	0	−1,79	−2,60	−3,32	−4,66	−3,32	−2,60	−1,79	0

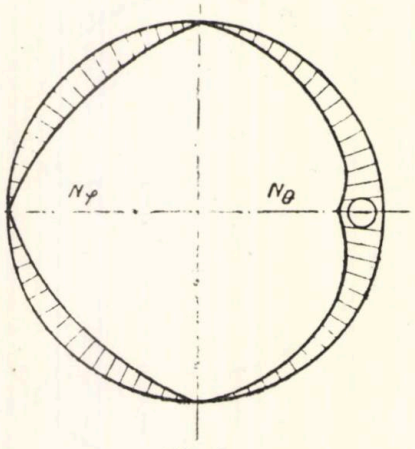


Fig. 6.

Eforturi unitare din reacțiunile sistemului de sprijin:

— sarcina uniformă pe contur, din greutatea proprie, conform (2—17):

$$P = \frac{2\,259\,000}{784\,(2\,\pi - 10.2.0{,}035)} = 515 \text{ kgf/cm};$$

$$\alpha = 2^\circ = 0{,}035 \text{ radiani};$$

— încărcarea de reacțiune conform (2—18):

$$R = -\frac{515\,(\pi - 10 \cdot 0{,}035)}{10 \cdot 0{,}035} = -4\,110 \text{ kgf/cm};$$

— eforturi unitare conform (2—23):

$$N_\varphi = -N_\theta = -\frac{2 \cdot 515}{0{,}035} \cdot \frac{\sin n \cdot 0{,}035}{n} \cdot$$

$$\cdot \frac{1}{\sin^2\varphi} \sum_{n=10,\,20,\,\ldots}^{\infty} \frac{\sin n \cdot 0{,}035}{n} \cdot$$

$$\cdot \operatorname{tg}^n \varphi/2 \cdot \cos n\,\theta \quad [\text{kgf/cm}]$$

Tabela 4

$\theta = 0°$

	0	$\pi/6$	$\pi/4$	$\pi/3$	$\pi/2$
N_φ	0	−0,0073	−0,4681	−1,15	−156,70
N_θ	0	0,0073	0,4681	1,15	156,70

$\theta = 30°$

N_φ	0	−0,0036	−0,234	−0,565	43,65
N_θ	0	0,0036	0,234	0,565	−43,65

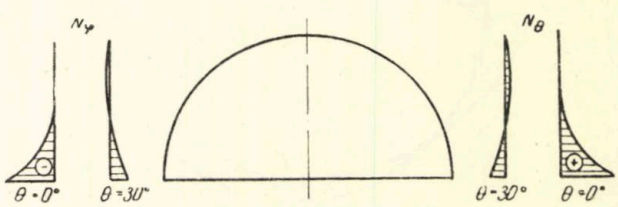


Fig. 7.

Valorile eforturilor unitare pentru $0 < \varphi < \pi/2$ sînt calculate în tabela 4 și reprezentate în figura 7.

BIBLIOGRAFIE

[1] Flügge Wilhelm. Stresses in Shells. Springer-Verlag, 1960.

Cronică

Cel de-al V-lea Tîrg internațional de la Brno

În cursul lunii septembrie s-a deschis în R. S. Cehoslovacă tradiționalul Tîrg internațional de la Brno.

Și în acest an, Tîrgul s-a încadrat în tradiția celorlalte expoziții organizate începînd din 1959, principalul obiectiv fiind industria constructoare de mașini.

La tîrgul organizat anul acesta s-au accentuat tendințe actuale de dezvoltare a marilor expoziții, în sensul că s-a trecut de la expunerea unui larg sortiment de mărfuri la organizarea de exponate pe branșe. Aceasta face ca în fiecare an atenția să fie îndreptată spre un anumit domeniu al expoziției care face tema, în cadrul a mai multor simpozioane, conferințe etc.

Dacă în 1962 punctul de atracție al expoziției a fost format de aparatele și instalațiile pentru industria chimică, în anul 1963 principalul accent a fost pus pe următoarele exponate: mașini și utilaje de turnătorie.

În cele 12 grupe principale din pavilioanele specializate au fost expuse noutăți tehnice din domeniul mașinilor-unelte, motoarelor, utilajelor pentru industria lemnului, pentru mine și foraje, pentru exploatări metalurgice etc.

Tot în această perioadă a avut loc la Praga și Congresul științific al turnătorilor, la care au participat peste 800 de oameni de știință.

La cel de-al V-lea Tîrg internațional de la Brno și-au prezentat exponate peste 500 de firme producătoare din străinătate și un mare număr de țări socialiste.

Dintre țările cu cea mai mare participație la expoziție se menționează U.R.S.S., R. D. G., R.P.P., R.P.U. și R.P.R. De asemenea participă Cuba, Anglia, Italia, Suedia, S.U.A., Japonia, Brazilia etc.

Ca și în anii trecuți, Tîrgul din acest an a constituit pentru Republica Socialistă Cehoslovacă o sinteză a realizărilor ei în domeniul construcțiilor de mașini și al celorlalte sectoare ale economiei sale.

În expozițiile pe ramuri ale tîrgului specializate, 14 întreprinderi cehoslovace au prezentat aproape 3 000 de exponate, ca, de exemplu, instalații de telecomunicații, aparate optice și de mecanică fină, aparate de măsură și control, aparate de radio și televiziune etc.

Tîrgul din Brno nu se limitează însă la realizarea condițiilor unei largi activități comerciale, ci este și locul unde se desfășoară numeroase întîlniri ale oamenilor de știință și specialiștilor din întreaga lume, care în cadrul simpozioanelor și a zilelor branșelor își verifică părerile privind dezvoltarea tehnicii contemporane și stabilesc relații amicale.

Astfel Tîrgul de la Brno a constituit o bună ocazie pentru stabilirea unor noi legături economice, contribuind la dezvoltarea relațiilor economice internaționale.

Tîrgul de toamnă de la Leipzig

Anul acesta, Tîrgul de toamnă de la Leipzig care a cuprins 30 de ramuri a constituit o trecere în revistă a realizărilor industriei bunurilor de consum din circa 50 de țări, reprezentate la această competiție comercială prin întreprinderi de comerț exterior, prin firme renumite și prin produsele lor.

La acest Tîrg au fost prezentate toate ramurile industriei bunurilor de consum și articole tehnice de consum, ca, de exemplu, aparate de radio, televizoare, mașini de birou, de cusut, de spălat rufe, frigidere, instrumente muzicale, jucării, aparate de fotografiat etc.

Au fost larg prezentate ramurile industriei alimentare (citrice, lactate), de textile, încălțăminte, produse farmaceutice și cosmetice, mobilă etc.

Cu prilejul Tîrgului de toamnă din 1963 de la Leipzig, pe o suprafață de 8 000 m² s-a organizat grupul „Edituri", unde au fost expuse cele mai frumoase cărți din lume.

Ca și în anii precedenți, produsele de înaltă calitate și cu o formă frumoasă și care prezintă mari foloase economice au fost distinse cu diplome și medalii de aur, purtînd inscripția: Tîrgul internațional de la Leipzig".

Anul acesta au participat ca exponați de bunuri de consum circa 80 de întreprinderi de comerț exterior din opt state socialiste.

Caracteristic pentru participarea economiei occidentale la Tîrgul de toamnă din 1963 de la Leipzig este pronunțata orientare a ofertelor spre comerțul cu Răsăritul.

Internaționalitatea Tîrgului a fost dovedită și anul acesta prin ampla participare a țărilor socialiste, a tuturor țărilor europene și a numeroase state de peste ocean, ca, de exemplu: Cuba, India, Nigeria, Japonia, Brazilia, S.U.A. etc.

Datorită acestei internaționalități, Tîrgul de la Leipzig din 1963 a oferit totodată și condiții favorabile pentru promovarea comerțului internațional.

Documentare

Încălzirea electrică automată a produselor de petrol vîscoase. În: Neftianik, nr. 7, 1963, p. 30.

S-a propus un proiect de încălzire electrică automată a produselor de petrol vîscoase sau ușor congelabile. Pentru reglarea automată și controlul temperaturii de încălzire, proiectul prevede următoarele aparate:

1. Termometru-regulator tip EKT-1-V3G pentru controlul direct și pentru comanda și semnalizarea la distanță a temperaturii, compus din următoarele ansambluri: sistemu. termic format din resort tubular, capilară și balon termic; mecanismul de comandă cu pinion și sector tubular; dispozitivul contactelor electrice mobile și fixe (de maxim și de minim) la tensiunea de lucru de 220 V curent continuu sau 380 V curent alternativ.

Aparatul funcționează pe principiul transformării variației temperaturii în variație de presiune prin intermediul materialului de umplere din balonul termic.

2. Sistem de relee și lămpi de semnalizare cu transmiterea semnalelor de la termometrul regulator la postul de dispecer prin cablu separat.

3. Trei secţii de calorifer electric, fiecare secţie compunîndu-se dintr-o cămaşă exterioară din ţeavă cu diametrul de 121 mm şi grosimea de 5,5 mm, de trei elemente refractare tubulare din ceramică sau porţelan cu grosimea pereţilor de 30 mm, plasate în interiorul ţevii, şi o rezistenţă electrică spirală (sîrmă de crom-nichel cu rezistenţa specifică de 1,3 ohmi). Secţiile se aşază la înălţimea de 260—300 mm de la fundul rezervorului în care se află produsul ce trebuie în-

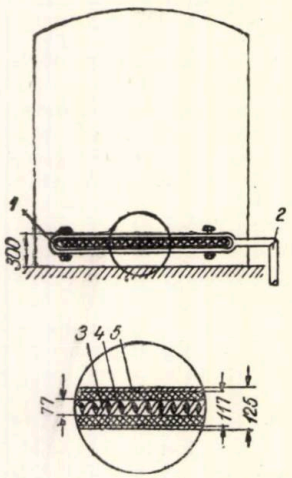


Fig. 1:

1 — manta de protecţie pentru secţiile de calorifer electric; *2* — intrarea cablului de alimentare; *3* — cămaşă exterioară; *4* — rezistenţă electrică spirală; *5* — tub refractar de ceramică.

călzit şi se leagă în stea cu o singură intrare a cablului de alimentare (fig. 1).

Pentru încălzirea produselor de petrol negre se estimează un consum de energie electrică de circa 45 kWh.

* * * **Dispozitiv pentru repararea robinetelor.** În: Neftianik, nr. 7, 1963, p. 31.

Reparaţia robinetelor de 2 1/2" cu supapă, pentru 50—100 at presiune de lucru, constă în general în rectificarea scaunului, care, pentru această operaţie trebuie să fie deşurubat din locaş. Deoarece, de cele mai multe ori, deşurubarea se face foarte greu, rectificarea scaunului trebuie făcută la strung, cu centrarea corespunzătoare a corpului robinetului, ceea ce nu asigură întotdeauna o reparaţie de calitate.

Pentru deşurubarea scaunului s-a propus dispozitivul special prezentat în figura 1.

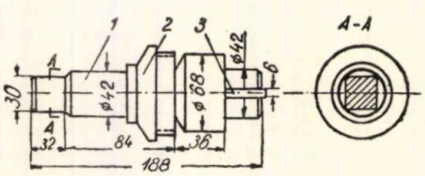


Fig. 1:

1 — partea cilindrică de ghidare; *2* — bucşă de ghidare; *3* — plăcuţă de oţel sudat.

Dispozitivul are forma unui dorn de construcţie specială, prevăzut la un capăt cu două plăcuţe de oţel aşezate diametral opus şi sudate, care servesc pentru angrenarea în scobiturile corespunzătoare ale scaunului, iar la celălalt capăt cu o secţiune pătrată pentru cheie.

După scoaterea capacului cu tijă şi supapă, în corpul robinetului se introduce dispozitivul, se centrează cu bucşa de ghidare, se angrenează cu scaunul şi se deşurubează cu cheia.

* * * **Sudarea racordurilor speciale la prăjinile de foraj.** In: Naftianoe Hoziaistvo, nr. 7, 1963, p. 66.

Este ştiut că actuala îmbinare prin filet normal a racordurilor speciale cu prăjinile de foraj reprezintă un loc slab şi că peste 70% din accidentele de fund din timpul forajului se produc în urma ruperii cepului normal la primul filet al prăjinilor de foraj.

La Krasnodarneft s-a elaborat şi încercat îmbinarea prin sudură electrică a racordurilor speciale cu prăjinile de foraj arătată în figura 1 şi tabela 1.

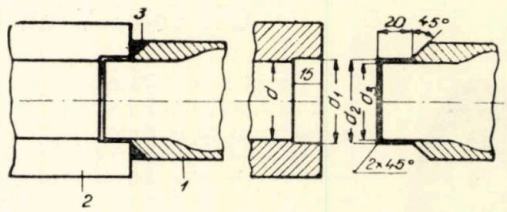


Fig. 1:

1 — prăjina de foraj; *2* — racordul special; *3* — sudură.

Tabela 1

Diametrul prăjinii	89	114	141
δ	9 11	9 10	9 10 11
d	50	80	101
d_1	$50^{+0,2}_{+0,4}$	$80^{+0,2}_{+0,4}$	$106^{+0,2}_{+0,4}$
d_2	$55^{-0,2}_{-0,4}$	$82^{-0,2}_{-0,4}$	$106^{-0,2}_{-0,4}$
d_3	49 45	74 70	101 97 91

Racordurile speciale pentru acest tip de îmbinare sudată se execută conform figurii 2 şi tabelei 2.

Filetul special, oţelul şi calităţile lui mecanice trebuie să îndeplinească condiţiile prevăzute de GOST 5286-58.

Sudarea se execută cu semiautomatul A-409 sau A-580 sub fondantul AH-348A cu sîrmă de sudat CBO8A de 2 mm.

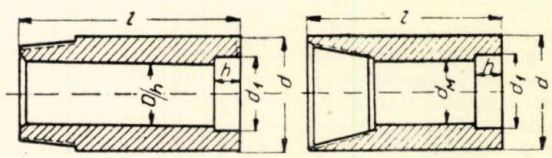


Fig. 2

Regimul de sudură a fost elaborat de institutul de sudură „E. O. Paton".

Tabela 2

Diametrul prăjinii, mm	89	114	141	168
l	275^{+30}_{-10}	305^{+30}_{-10}	350^{+30}_{-10}	365^{+30}_{-10}
$d_c = d_m$	50±0.6	80±0,6	101±0,6	115±0,6
d	108±0,5	146±0,5	178±0,5	197±0,5

Sudurile efectuate au fost încercate la rupere, turtire şi control cu raze gama, conform GOST 7512-55, dovedindu-se a fi de bună calitate şi mai rezistente decît îmbinările cu filet normal.

O astfel de îmbinare asigură rezistenţa necesară şi reduce costul prăjinilor şi racordurilor speciale prin eliminarea operaţiei de tăiere a filetului normal.

* * * **O metodă nouă de foraj prin explozie a sondelor de ţiţei** In: Naftianik, nr. 8, 1963, p. 31.

În S.U.A. s-a propus o nouă metodă de foraj bazată pe explozia alternativă a unor proiectile de formă alungită cu acţiune brizantă şi cu jet.

Proiectilele sînt lansate în curentul descendent de noroi dintr-o cutie-magazin specială *1* de lansare (fig. 1, *a*), înşurubată la garnitura de foraj, deasupra capului hidraulic.

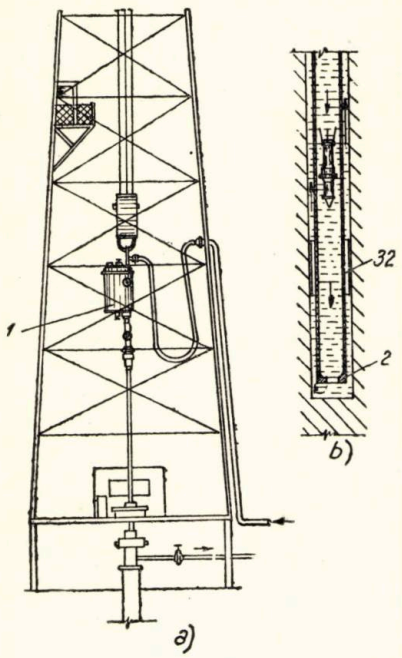


Fig. 1

Proiectilul lansat, antrenat de curentul de noroi, ajunge la capătul de jos al garniturii de foraj şi se aşază pe scaunul special *2* (fig. 1, *b*), provocînd creşterea presiunii de circulaţie. Cînd aceasta se ridică la 65 at, se declanşează mecanismul percutant şi proiectilul explodează.

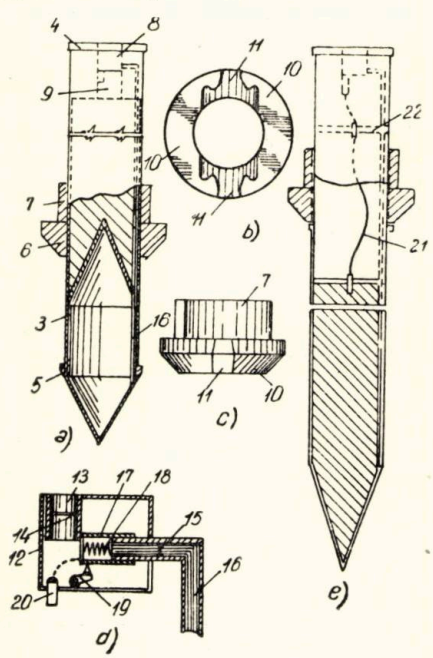


Fig. 2

Proiectilele au o viteză descendentă între 30,5 şi 121,9 m/s, şi dacă ele se lansează la o distanţă de la 30,5 la 1 219 m, se asigură o succesiune a exploziilor la intervale de 1—10 min.

Proiectilul cu jet este format din corpul *3* (fig. 2, *a*) cu marginile *4* şi *5* de limitare a mişcării mufei *6* şi bucşei *7* din mecanismul percutant *8* aşezat deasupra încărcăturii auxiliare *9*.

Mufa *6* este formată din două bucăţi *10* (fig. 2, *b* şi 2, *c*) legate cu siguranţa *11* şi are o suprafaţă conică de aşezare pe scaunul *2*. Forma specială a siguranţei înlesneşte desfacerea celor două bucăţi ale mufei după producerea exploziei şi evacuarea lor prin curentul de noroi.

Corpul *12* al mecanismului percutant (fig. 2, *d*) este umplut cu glicerină sau apă. Canalul *13* este închis cu membrana *14* din cauciuc sintetic (neopren). O membrană *15*, de acelaşi fel, închide tubul *16*. Acest tub se mai închide şi cu capacul *17*, prevăzut cu resortul *18*. Capacul ţine în poziţie armată percutorul *19*.

După aşezarea proiectilului pe scaun, presiunea de circulaţie a noroiului începe să crească şi împinge proiectilul afară pînă la marginea *4* de oprire a mufei *6*. Ajungîndu-se la presiunea critică, membranele cedează, se deplasează căpăcelul şi declanşează percutorul pentru producerea loviturii în capsula detonatorului *20*.

Proiectilul brizant (fig. 2, *e*) are aceeaşi construcţie, însă este mai lung, avînd la capătul superior fitilul detonant *21* şi separatorul *22* din tetril, pentru sfărîmarea în bucăţi a corpului proiectilului.

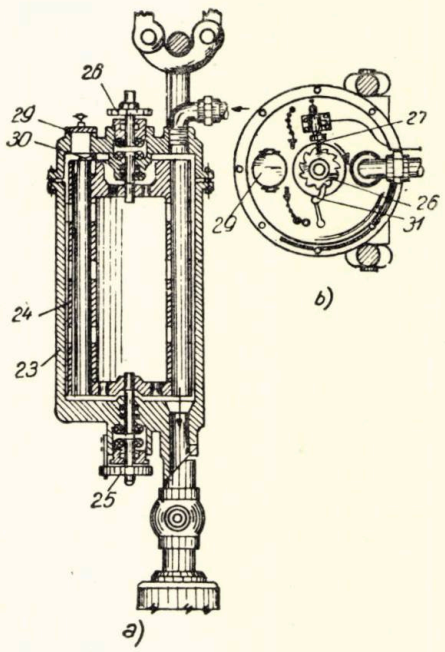


Fig. 3

Cutia-magazin pentru lansarea proiectilelor (fig. 3, *a* şi 3, *b*) se compune din corpul vertical *23*, în care se roteşte toba *24* prevăzută cu 11 locaşuri pentru proiectile. Axul inferior al tobei este motor, fiind acţionat de arcul spiral *25*. Axul superior al tobei este prevăzut cu roată cu declic *26*, reţinută cu clichetul *27* comandat de solenoidul *28*. La comanda solenoidului, dispozitivul asigură rotirea tobei cu un dinte al roţii cu declic şi aducerea prin aceasta a locaşului următor, încărcat cu proiectil, în linia de circulaţie a noroiului şi antrenarea proiectilului spre talpa sondei.

Încărcarea cutiei-magazin se face prin orificiul *29* din capacul cutiei. Pentru aceasta se blochează clichetul cu solenoid şi se pune în acţiune clichetul cu arc *31* cu comandă manuală. Încărcarea tobei se face prin rotirea ei în sens invers, prin aceasta armîndu-se totodată şi arcul spiral.

Prăjina cu scaunul *2* de la capătul inferior al garniturii de foraj (prăjina grea) poate avea pereţii suficient de subţiri pentru a permite trecerea proiectilelor cu diametrul mai mare. Totodată ea poate fi prevăzută cu lărgitor pentru calibrarea găurii sondei.

Metoda de foraj prin explozie descrisă se recomandă să fie aplicată în formaţiuni foarte tari, eventual combinată cu forajul rotativ, pentru traversarea (fără extragerea garniturii) intervalelor mai puţin tari întîlnite în cursul forajului.

BROWN, J. D. şi SHANNON, G. T. **Cum se pot preveni accidentele în sistemul de canalizare a scurgerilor dintr-o rafinărie.** În: Oil and Gas Journal, **61**, nr. 20, mai 1963, p. 116.

Prima condiţie necesară pentru prevenirea accidentelor în sistemul de canalizare a scurgerilor dintr-o rafinărie este de a izola scurgerile de hidrocarburi şi de alte volatile de sursele de aprindere.

Cu toate măsurile care se iau de obicei pentru a reduce scurgerile din hidrocarburi în sistemul de canalizare, acestea pătrund totuşi şi trebuie luate măsuri de izolare, etanşare şi de ventilaţie pentru a reduce acumulările de vapori. O altă măsură importantă este dimensionarea sistemului de canalizare astfel ca să facă faţă scăpărilor de produse şi, simultan, apei de stingere a incendiului din diversele zone în care se poate produce.

La proiectarea unui sistem de canalizare de scurgeri în rafinării trebuie să se ţină seamă de: *1*) să se evite pe cît posibil interconectarea între diverse zone de procese, de exemplu să nu se conecteze canalizările pentru scurgerea cuptoarelor cu canalizările pentru scurgerile de hidrocarburi uşoare; *2*) închiderile hidraulice să fie suficient de adînci pentru a împiedica scăpările de hidrocarburi în zone cu surse de aprindere şi pentru a opri eventualele scurgeri aprinse; gurile de răsuflare să fie astfel dimensionate încît să poată manevra întreaga cantitate de vapori care s-ar produce şi să fie astfel amplasate încît vaporii ieşiţi să fie feriţi de contactul cu sursele de aprindere; *3*) trebuie prevăzut un sistem de semnalizare care să atragă atenţia operatorului în cazul unei descărcări accidentale masive de ţiţei sau de fracţiuni petroliere.

În articol, după ce este arătat cum trebuie să funcţioneze un sistem de canalizare a scurgerilor, sînt descrise părţile componente ale sistemului, prezentîndu-se schemele respective.

D. T. KIESTER. **Forajul cu aer şi forajul percutant în Irlanda.** În: The Institute of Petroleum Review, aug. 1963, p. 273—279.

În Irlanda se forează sonde pentru căutarea de ţiţei. Formaţiunile străbătute sînt, în genere, foarte dure: calcare compacte, unele silicioase, altele cu intercalaţii de cuarţite. S-au găsit şi gresii cuarţitice conţinînd 15—20% corindon.

S-au săpat pînă în prezent patru sonde: 1 Trim, 1 Doonbeg, 1 Dowra şi 1 Ballyragget, utilizîndu-se aerul ca mediu de circulaţie, în cele mai multe cazuri.

În zonele unde nu s-a întîlnit apă, s-a săpat cu aer, utilizîndu-se două sisteme: forajul rotativ cu garnitură de prăjini grele deasupra sapei sau forajul fără multe prăjini grele, dar utilizînd deasupra sapei un ciocan pneumatic.

În cazurile cînd s-a întîlnit apă s-a săpat cu ceaţă sau spumă, iar dacă apa a fost prea multă s-a săpat cu noroi.

Din rezultatele obţinute la sonde s-au tras concluziile următoare:

1. Forajul cu aer asociat cu ciocanul pneumatic este foarte eficace atunci cînd nu se pot utiliza prăjini grele multe. Viteza mecanică cu ciocanul pneumatic ar fi aproximativ egală cu aceea de la forajul cu aer normal, fiind necesară însă un sfert din apăsarea pe sapă utilizată la forajul normal. O regulă empirică ar fi că nu este nevoie de mai mult de 0,5 t apăsare pe fiecare ţol de diametru de sapă, pentru a se obţine performanţele maxime cu ciocanul pneumatic.

2. Forajul cu aer şi, în special, forajul cu ciocanul pneumatic sînt considerabil mai eficace decît forajul cu noroi, şi în unele cazuri raportul vitezelor mecanice a fost de 12 : 1.

3. Contrar părerii generale, se pot obţine probe de teren bune la forajul cu aer.

4. Sapele cu butoane (cu inserţii de material dur) s-au dovedit mult superioare la forajul în roci foarte dure. Economia realizată poate atinge pînă la 50%.

5. Avantajele ciocanului pneumatic sînt multiple. Nefiind necesare multe prăjini grele, se măreşte adîncimea la care poate săpa o instalaţie de o anumită capacitate nominală. Se face în plus economie de prăjini grele.

În schimb, costul pe zi al instalaţiei este ceva mai ridicat din cauza compresoarelor.

Recenzii

Măsurători grafice în gaura de sondă. Akademie-Verlag, Berlin preţ DM 33.

Măsurătorile ce se execută în găurile de sondă s-au extins mult şi altele sînt în curs de cercetare. Descrierea lor se găseşte în diferite publicaţii de specialitate şi de aceea cartea respectivă care uneşte toate aceste metode este foarte necesară.

În lucrare, pentru fiecare metodă de măsurare se dau principiul pe care se bazează, felul cum este aplicat, schema aparaturii utilizate, rezultatele ce se obţin şi interpretarea rezultatelor. Cartea este împărţită în două părţi, în prima parte sînt tratate metodele de măsurare în gaura de sondă, iar în cea de-a doua se dă interpretarea complexă a acestor măsurători. În prima parte, care este cea mai extinsă, se descriu metodele de măsurare, acestea fiind clasificate după fenomenul ce le stă la bază, fiind împărţite în patru grupe:

A. Metode bazate pe fenomene electrice.

B. Metode bazate pe fenomene radioactive.

C. Metode bazate pe fenomene termice, magnetice şi seismice.

D. Metode geometrice şi tehnice.

La grupa de metode bazate pe fenomene electrice se începe prin descrierea măsurării rezistivităţii formaţiunilor.

În afară de metoda obişnuită se descriu şi metodele cu inducţie, cu focalizare şi microcarotajele.

Al doilea capitol tratează despre metodele de măsurare a potenţialului spontan. Se arată că în sondă pot exista diferite potenţiale: de difuziune, de membrană şi de filtrare, ultimul fiind cel care se măsoară în mod obişnuit. Curba SP rezultată este tratată în detaliu, arătîndu-se influenţa diferiţilor factori.

Ultimul capitol din această grupă se ocupă de măsurarea polarizaţiei induse (electroosmoză, polarizare volumetrică, încărcare capacitivă, polarizare de concentrare), metode care sînt încă în stadiu de dezvoltare.

Grupa a doua de metode (radioactive) începe printr-un capitol despre măsurarea radioactivităţii naturale a rocilor. Metoda este descrisă şi discutată pe larg, capitolul încheindu-se cu informaţii asupra cercetărilor cu spectre de raze gama.

Al doilea capitol tratează despre măsurătorile gama-gama, arătîndu-se că acestea pot fi utilizate pentru determinarea densităţii şi porozităţii rocilor, precum şi a nivelului de ciment din spatele unei coloane.

Metodele ce se bazează pe neutroni sînt incluse în capitolul trei, descriindu-se metodele neutron-neutron şi neutron-gama.

În capitolul următor se dau, pe scurt, metodele de activare prin neutroni, care sînt în prezent în stadiu de dezvoltare, iar ultimul capitol din această grupă descrie metodele ce utilizează izotopi radioactivi.

În grupa următoare sînt strînse metodele ce se bazează pe fenomene fizice de natură diferită.

În primul capitol se tratează metodele de măsurare a temperaturii, arătîndu-se în acelaşi timp influenţa diferitelor roci aflate în scoarţa terestră asupra gradientului de temperatură.

Cel de-al doilea capitol se ocupă de unele metode bazate pe magnetism; proprietăţile magnetice obişnuite ale rocilor, magnetismul nuclear şi timpul de relaxare a semnalelor de precesie etc.

Ultimul capitol descrie pe scurt metodele seismice.

În grupa D se dau informaţii asupra diferitelor metode şi operaţii tehnice efectuate în gaura de sondă, care nu pot fi incluse în capitolele anterioare.

În primul capitol sînt incluse cavernometria, măsurarea devierii găurii, a înclinării straturilor, determinarea mufelor şi a pieselor metalice pierdute în puţ, iar în ultima parte metodele pentru localizarea influxurilor de apă şi gaze sau a locurilor de pierdere a noroiului.

În al doilea capitol se dau indicaţii asupra carotajului lateral, perforărilor şi dinamitărilor.

A doua parte a lucrării, mult mai redusă, tratează pe scurt despre interpretarea măsurătorilor executate în găurile de sondă, fiind împărţită în capitole după natura substanţelor investigate: ţiţei, lignit, cărbuni de piatră, săruri de potasiu şi minereuri.

Lucrarea este bazată pe o vastă documentaţie şi este la punct cu ultimele metode.

Tratarea este clară, concisă, nu se intră în detalii care ar interesa numai specialişti din domeniul respectiv, fiind utilă pentru geologii, inginerii şi tehnicienii din petrol.

G. HESELDIN. **Forajul pe apă.** În: The Institute of Petroleum Review, iul. 1963, p. 246—254.

În articol se trec în revistă diferitele tipuri de construcţii utilizate la forajul pe apă, în special pe mare.

Pentru clasificare, ele sînt împărţite după cum urmează:

— Şlepuri submersibile utilizate în apele puţin adînci de la 10—20 m lîngă ţărmuri sau în regiunile mlăştinoase unde se excavează canale speciale pentru a fi aduse, plutind, la amplasament. La amplasament se admite apă în interiorul vasului şi se lasă pe fund. Pe şlep se află turla şi instalaţia de foraj. Cînd forajul s-a terminat se pompează apa din vas, se pune şlepul pe linia de plutire şi este remorcat la o nouă locaţie.

— Platforme fixe utilizate în ape puţin mai adînci şi unde se pot săpa mai multe sonde de pe o locaţie, costul unei astfel de structuri fiind ridicat.

Uneori, pentru a se reduce costul se fac platforme mici, pe care se montează turla şi troliul, acţionat de motor electric. Restul instalaţiei se montează pe un şlep ancorat de platformă. Legăturile se fac cu furtun pentru noroi şi cabluri electrice pentru putere.

— Platforme autoelevatoare. Acestea sînt platforme plutitoare ce conţin o serie de suporţi verticali mobili. În timpul transportului suporţii sînt în poziţie ridicată şi platforma pluteşte. La amplasament suporţii sînt coborîţi cu dispozitive electrice sau hidraulice, extremităţile lor inferioare se sprijină pe fundul apei şi platforma este ridicată deasupra apei la o înălţime mai mare decît cele mai înalte valuri.

Ele se utilizează în apa adîncă de la 20 la 50 m, ocazional pînă aproape de 70 m.

— Vasele plutitoare se utilizează la adîncimile de apă cele mai mari. Ele introduc probleme diferite, ca menţinerea la punct fix, evitarea ruperii prăjinilor din cauza tangajului şi ruliului, împiedicarea accidentelor de talpă datorite mişcării pe verticală a vasului. Pentru toate aceste probleme sînt în încercare diferite soluţii.

Articolul cuprinde în încheiere aprecieri asupra necesarului de personal pentru diferite tipuri de sonde de mare şi al vaselor de suprafaţă necesare pentru transportul personalului şi al diferitelor materiale sau echipamente (de carotaj, cimentare etc.).

Scurte ştiri

Producţia de ţiţei în Nigeria a început în anul 1959, şi în anul 1962 a atins 3 301 120 t. Se speră ca producţia să atingă 5 mil. t/an în 1965 şi 10 mil. t/an în 1970. Şantierele sînt localizate în delta fluviului Niger, regiune mlăştinoasă şi plină de tufăriş, fiind una dintre regiunile cu condiţiile cele mai grele din lume în care se lucrează pentru scoaterea petrolului.

Ţiţeiul este practic liber de sulf şi are 33° API. Transportul se face pe conducta care se termină la punctul Bonny, unde se încarcă pe vapoare-cisterne, fiind în prezent exportat în întregime.

Pentru consumul intern, care se ridică la 850 000 t/an, se construieşte lîngă Port Harcourt o rafinărie cu o capacitate de 1,9 mil. t/an.

În localitatea Karand, în Iran, situată la aproximativ 20 km nord-est de şantierul Agha Jari, s-a descoperit ţiţei prin sonda Karand nr. 1.

Regiunea Karand a fost examinată în mod intermitent din anul 1927 şi sonda Karand, prima sondă de explorare pe structură, a fost începută la 10 martie 1963. Ţiţeiul a fost descoperit în calcarul Asmari, la adîncimea de 1 914 m, şi o încercare făcută cu probatorul de straturi la adîncimea de 2 019 m a produs eruptiv ţiţei, cu debitul de 1 065 m³/zi, la data de 22 mai 1963. Forajul continuă.

MAGYAR ÉSZAKI KÖNYVTÁRES DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT 1883

E 1445

INDEX ALFABETIC

AL REVISTEI PETROL ŞI GAZE PE ANUL 1963

I. Editoriale

Ziua petrolistului

II. Articole şi studii ştiinţifice şi tehnice

1. Geofizică şi geologie

Alexandru, M., Blum, R. şi *Doicin, D.* : Consideraţii privind studiul zonei superficiale în prospecţiunea seismometrică. *1* (1).

Alexandru, M., Blum, R. şi *Doicin, D.* : Aplicarea profilelor nelongitudinale de corelare continuă în prospecţiunea seismică. *3* (113).

Aurelian, M., Filipescu, M., Mănişor, M., Codarcea, M., Zadurian, Al. şi *Vincentz, I.* : Metodă şi aparatură pentru extragerea şi microdozarea hidrocarburilor din sol sau din roci în vederea prospectării geochimice a acumulărilor de hidrocarburi. *4* (169).

Alexandru, M., Blum, R., Dicea, O. şi *Trimbiţaş, I.* : Consideraţii privind lucrările de prospecţiune seismică în zone de platformă. *6* (273).

Blum, R., Alexandru, M., Doicin, D. : Aplicarea profilelor nelongitudinale de corelare continuă în prospecţiunea seismică. *1* (1).

Blum, R., Alexandru, M. şi *Dicea, D.* : Aplicarea profilelor nelongitudinale de corelare continuă în prospecţiunea seismică. *3* (113).

Blum, R., Alexandru, M., Dicea, D. şi *Trimbiţaş, I.* : Consideraţii privind lucrările de prospecţiune seismică în zona de platformă. *6* (273).

Balteş, N. : Dinoflagellate şi Hystrichosphaeride cretacice din platforma moezică. *12* (581).

Cheşcă, G. : Metoda punctelor conjugate în cazul vitezelor variabile. *10* (473).

Codarcea, M., Filipescu, M., Mănişor, M., Aurelian, M., Zadurian, Al. şi *Vincentz, I.* : Metodă şi aparatură pentru extragerea şi microdozarea hidrocarburilor din sol sau din roci în vederea prospectării geochimice a acumulărilor de hidrocarburi. *4* (169).

Doicin, D., Alexandru, A. şi *Blum, M.* : Consideraţii privind studiul zonei superficiale în prospecţiunea seismometrică. *1* (1).

Doicin, D., Alexandru, A. şi *Blum, M.* : Aplicarea profilelor nelongitudinale de corelare continuă în prospecţiunea seismică. *3* (113).

Dicea, O., Alexandru, M., Blum, R. şi *Trimbiţaş, I.* : Consideraţii privind lucrările de prospecţiune seismică în zone de platformă. *6* (273).

Dăneţ Nurhan : Ostracode şi conodonte siluriene în forajul de la Vorona. *7* (325).

Filipescu, M., Mănişor, E., Codarcea, M., Aurelian, M., Zadurian, Al. şi *Vincentz, I.* : Metodă şi aparatură pentru extragerea şi microdozarea hidrocarburilor din sol sau din roci în vederea prospectării geochimice a acumulărilor de hidrocarburi. *4* (169).

Ghelfan, P. şi *Sălişteanu, D.* : Determinarea de laborator a vitezelor de propagare a undelor elastice în roci cu ajutorul unei instalaţii de ultrasunete cu impulsuri. *2* (60).

Grigoraş, N., Petrişor, I., Hristescu, E. şi *Suluţiu, U.* : Contribuţii la cunoaşterea legilor de răspîndire a zăcămintelor de petrol şi gaze din Depresiunea precarpatică de pe teritoriul R.P.R. *7* (333).

Hristescu, E., Grigoraş, N., Petrişor, I. şi *Suluţiu, U.* : Contribuţii la cunoaşterea legilor de răspîndire a zăcămintelor de petrol şi gaze din Depresiunea precarpatică de pe terotoriul R.P.R. *7* (333).

Mănişor, E., Filipescu, M., Codarcea, M., Aurelian, M., Zadurian, Al. şi *Vincentz, I.* : Metodă şi aparatură pentru extragerea şi microdozarea hidrocarburilor din sol sau din roci în vederea prospectării geochimice a acumulărilor de hidrocarburi. *4* (169).

Muţiu, R. : Contribuţii la studiul paleontologic al depozitelor neocomiene din vestul Platformei moezice. *11* (525).

Pircălăbescu, I. D. : Contribuţie la cunoaşterea compoziţiei mineralogice a unor zăcăminte de hidrocarburi fluide din R.P.R. *5* (225).

Petrişor, I., Grigoraş, N., Hristescu, E. şi *Suluţiu, U.* : Contribuţii la cunoaşterea legilor de răspîndire a zăcămintelor de petrol şi gaze diu Depresiunea precarpatică de pe teritoriul R.P.R. *7* (333).

Pircălăbescu, I. D. : Cîteva consideraţii geochimice în legătură cu compoziţia mineralogică a unor zăcăminte de hidrocarburi fluide din R.P.R. *8* (379).

Sălişteanu, D. şi *Ghelfan, P.* : Determinarea de laborator a vitezelor de propagare a undelor elastice în roci cu ajutorul unei instalaţii de ultrasunete cu impulsuri. *2* (60).

Sălişteanu, D. : Despre posibilităţile metodelor sclerometrice în determinarea de laborator a proprietăţilor elastice ale rocilor. *5* (225).

Suluţiu, U., Grigoraş, N., Petrişor, I. şi *Hristescu, E.* : Contribuţii la cunoaşterea legilor de răspîndire a zăcămintelor de petrol şi gaze din Depresiunea Precarpatică de pe teritoriul R.P.R. *7* (333).

Trimbiţaş, I., Alexandru, M., Blum, R., Dicea, O. : Consideraţii privind lucrările de prospecţiune seismică în zone de platformă. *6* (273).

Tănăsescu, P. : Cercetări gravimetrice pentru stabilirea influenţelor deficitelor mici de masă. *8* (373).

Vincentz, I., Filipescu, M. Mănişor, E., Codarcea M., Aurelian, M. şi *Zadurian, Al.* : Metodă şi aparatură pentru extragerea şi microdozarea hidrocarburilor din sol sau din roci în vederea prospectării geochimice a acumulărilor de hidrocarburi. *4* (169).

2. Foraj

Banciu, I., Pacoste, Gh., Georgescu, G., Tocan, D. şi *Olănescu, M.* : Studiul fenomenelor de pierdere a circulaţiei la forajul sondelor şi metodele de detectare în zonele în care au loc pierderile. *10* (478).

Crivăţ. I., Pacoste, Gh. şi *Metincu, Gh.* : Rezultatele forajului dirijat cu turbina în R.P.R. *7* (333).

Constantinescu, D. şi *Mereanu, N.* : Folosirea raţională a puterii hidraulice la sape. *12* (581).

Georgescu, Gh., Banciu, I., Pacoste, Gh., Tocan, D. şi *Olănescu, M.* : Studiul fenomenelor de pierdere a circulaţiei la forajul sondelor şi metodele de detectare în zonele în care au loc pierderile. *10* (478).

Lari, I. : Aspecte ale dezvoltării tehnicii forajului. *1* (10).

Lari, I. : Interpretarea cibernetică a funcţionării turbinelor de foraj. *9* (421).

Miliutin, A. : Unele probleme de foraj al sondelor la mare adîncime. *3* (119).

Metincu, Gh., Pacoste, Gh., Crivăţ, I. : Rezultatele forajului dirijat cu turbina în R.P.R. *7* (341).

Mereanu, N. şi *Constantinescu, D.* : Folosirea raţională a puterii hidraulice la sape. *12* (603).

Oancea, R. : Determinarea vitezelor ascensionale la forajul sondelor. *2* (68).

Olănescu, M., Pacoste, Gh., Georgescu, G., Tocan, D., Banciu, I. : Studiul fenomenelor de pierdere a circulaţiei la forajul sondelor şi metodele de detectare în zonele în care au loc pierderile. *10* (478).

Pacoste, Gh., Crivăţ, I. şi *Metincu, Gh.* : Rezultatele forajului dirijat cu turbina în R.P.R. *7* (341).

Pacoste, Gh., Georgescu, G., Tocan, D., Banciu, I. şi *Olănescu, M.* : Studiul fenomenelor de pierdere a circulaţiei la forajul sondelor şi metodele de detectare. *10* (478).

Stoica, Gh. : Fluide de foraj adecvate traversării unor formaţiuni geologice dificile. *4* (175).

Stamatescu, F. : Forajul rapid şi coloana de ancoraj. *6* (291).

3. Extracţie

Arsenescu, D. şi *Codreanu, D.* : Prevederea comportării zăcămintelor care produc în regiuni de gaze dizolvate în cazul aplicării unui proces de recuperare secundară prin injecţie de gaze. *11* (532).

Aldea, Gh. : Unele aspecte ale exploatării zăcămintelor de ţiţei din R.P.R. *4* (178).

Chiran, P. şi *Codreanu, D.* : Concepţii actuale asupra declinului de producţie. *6* (295).

Codreanu, D. şi *Chiran, P.* : Concepţii actuale asupra declinului de producţie. *6* (295).

Codreanu, D., Stănăringă, N. şi *Şerban, C.* : Progrese în teoria şi practica cercetării sondelor din R.P.R. *8* (391).

Codreanu, D. şi *Arsenescu, D.* : Prevederea comportării zăcămintelor care produc în regiuni de gaze dizolvate în cazul aplicării unui proces de recuperare secundară prin injecţie de gaze. *11* (532).

Casian, I şi *Langa, F.* : Studiul experimental pe mulajul spaţiului poros al unor roci colectoare din zăcăminte de hidrocarburi din R.P.R. *12* (598).

Langa, F. şi *Casian, I.* : Studiul experimental pe mulajul spaţiului poros al unor roci colectoare din zăcăminte de hidrocarburi din R.P.R. *12* (598).

Mihăiescu, T., Miliutin, A. şi *Stoianov, N.* : Tubarea coloanei intermediare la o sondă de mare adîncime. *10* (487).

Miliutin, A., Mihăiescu, T. şi *Stoianov, N.* : Tubarea coloanei intermediare la o sondă de mare adîncime. *10*(487).

Păncescu, S. : Resăparea sondelor. *1* (22).

Păncescu, S. : Observaţii în legătură cu cimentările cu reţinător. *5* (251).

Peteu, Gh. I. : Radioactivitatea naturală a rocilor — element important în studiul formaţiunilor de tratare a ţiţeiului. *10* (493).

Rudakov, G. V. : Cu privire la deosebirea calitativă regională a ţiţeiurilor diferitelor provincii petroliere legată de problemele recuperării ţiţeiului. *3* (57).

Raşeev, D. : Studiul uzurii pompelor de extracţie. *9* (428).

Stănăringă, N., Codreanu, D. şi *Şerban, C.* : Progrese în teoria şi practica cercetării sondelor în R.P.R. *8* (391).

Stoianov, N., Mihăescu, T, şi *Miliutin, A.* : Tubarea coloanei intermediare la o sondă de mare adîncime. *10* (487).

Şerban, C., Codreanu, D. şi *Stănăringă, N.* : Progrese în teoria şi practica cercetării sondelor din R.P.R. *8* (391).

Tilivea, N. : Posibilităţile de menţinere sau creştere a producţiei în şantierele vechi din Trustul de extracţie ţiţei — Piteşti. *5* (246).

Voicu, O. : Utilizarea substanţelor tensioactive neionice în extracţia ţiţeiului. *3* (126).

4. Prelucrare

Bruda, N., Cerchez, V. şi *Iordache, Gh.* : Ridicarea calităţii uleiurilor prin folosirea de aditivi.*1* (37).

Boldescu, G. şi *Timuş, M.* : Procedee moderne de fabricare a benzinei superioare şi economicitatea lor. *5* (255).

Bărbatu, Gh, : Consideraţii asupra domeniului de aplicabilitate a relaţiilor de determinare grafică sau prin calcul a cifrei cetanice a motorinelor. *8* (402).

Bobric, D. şi *Diamandescu, E.* : Sicativi. *12* (623).

Cerchez, V., Bruda, N. şi *Iordache, Gh.* : Ridicarea calităţii uleiurilor prin folosirea de aditivi. *1* (37).

Chiotan, C. : Cracarea radiotermică a hidrocarburilor lichide. *4* (215).

Creangă, C. : Metoda „Carpatica" de clasificare chimică a ţiţeiurilor. *6* (311).

Cristescu, M., Danilov, B., Dima, C., Mitacu, A şi *Stan, I.* : Comportarea faţă de unii solvenţi selectivi a fracţiunilor de ulei provenite dintr-un ţiţei naftenic. *7* (347).

Ceianu, M., Grigoriu, D., Schorr, V., Ilea, M., Măzăreanu, L., Despa, S. şi *Platon, Al.* : Extracţia de bioxid de sulf lichid a petrolurilor primare şi de cocsare întîrziată provenite din ţiţei de Nahorkatya. *10* (509).

Cristoloveanu, E şi *Scheianu, I.* : Obţinerea cerezinei cu punct de topire ridicat şi culoare deschisă. *11* (576).

Despa, St., Grigoriu, D., Măzăreanu, L., Ţibrea, E., Ilea, M. : Echilibrul ternar lichid furfurol — apă — distilate petroliere medii. *2* (80).

Danilov, B., Cristescu, M., Dima, C., Mitacu, A. şi *Stan, I.* : Comportarea faţă de unii solvenţi selectivi a fracţiunilor de ulei provenite dintr-un ţiţei naftenic. *7* (347).

Dima, C., Danilov, B., Cristescu, M., Mitacu, A. şi *Stan, I.* : Comportarea faţă de unii solvenţi selectivi a fracţiunilor de ulei provenite dintr-un ţiţei naftenic. *7* (347).

Despa, S., Grigoriu, D., Schorr, V., Ceianu, M., Ilea, M., Măzăreanu, L. şi *Platon, Al.* : Extracţia de bioxid de sulf lichid a petrolurilor primare şi de cocsare întîrziată provenite din ţiţeiurile de Nahorkatya. *10* (509).

Diamandescu, E. şi *Bobric, D.* : Sicativi. *12*(623).

Grigoriu, D., Despa, St., Măzăreanu, L., Ţibrea, E. şi *Ilea, M.* : Echilibrul ternar lichid furfurol — apă — distilate petroliere medii. *1* (80).

Grigoriu, D., Schorr, V., Ceianu, M, Măzăreanu, L., Despa, S. şi *Platon. Al.* : Extracţia de bioxid de sulf lichid a petrolurilor primare şi de cocsare întîrziată provenite din ţiţei de Nahorkatya. *10* (509).

Iordache, Gh., Cerchez, V., Bruda, N. : Ridicarea calităţii uleiurilor prin folosirea de aditivi. *1* (37).

Ilea, M., Grigoriu, D., Despa, St., Măzăreanu, L. şi *Ţibrea, E.* : Echilibrul ternar lichid furfurol — apă—distilate petroliere medii. *2* (80).

Ioanesi, N. şi *Conrad, M.* : Studiul relaţiilor viscozitate — temperatură la uleiurile minerale. *3* (150).

Ilea, M., Grigoriu, D., Schorr, V., Ceianu, M., Măzăreanu, L., Despa, S. şi *Platon, Al.* : Extracţia cu bioxid de sulf lichid a petrolurilor primare şi de cocsare întîrziată provenite din ţiţei de Nahorkatya. *10* (509).

Măzăreanu, L., Grigoriu, D., Despa, St., Ţibrea, E. şi *Ilea, M.* : Echilibrul ternar lichid furfurol — apă — distilate petroliere medii. *2* (80).

Mitacu, A., Danilov, B., Cristescu, M., Dima, C. şi *Stan, I.* : Comportarea faţă de unii solvenţi selectivi a fracţiunilor de ulei provenite dintr-un ţiţei neftenic. *7* (347).

Măzăreanu, L., Grigoriu, D., Schorr, V., Ceianu, M., Ilea, M. : *Despa, S.* şi *Platon, Al.* : Extracţia cu bioxid de sulf lichid a petrolurilor primare şi de cocsare întîrziată provenite din ţiţei de Nahorkatya, *10* (509).

Pavel, A. : Noi perspective ale aplicării stratului fluidizat în industria petrolieră prelucrătoare, chimică şi petrochimică. *2* (74).

Platon, Al., Grigoriu, D., Schorr, V., Ceianu, M., Ilea, M., Măzăreanu, L. şi *Despa, S.* : Extracţia cu bioxid de sulf lichid a petrolurilor primare şi de cocsare întîrziată provenite din ţiţei de Nahorkatya. *10* (509).

Pascal, H. : Asupra problemei curgerii amestecului compresibil gaze-ţiţei prin duze. *11* (563).

Stan, I, Danilov, B., Cristescu, M., Dima, C. şi *Mitacu, A.* : Comportarea faţă de unii solvenţi selectivi a fracţiunilor de ulei provenite dintr-un ţiţei naftenic. *7* (347).

Soare, A. : O metodă pentru calculul temperaturilor optime de transport al ţiţeiurilor asfaltate. *9* (443).

Schorr, V., Grigoriu, D., Ceianu, M., Ilea, M., Măzăreanu, L., Despa, S. şi *Platon, Al.* : Extracţia cu bioxid de sulf lichid a petrolurilor primare şi de cocsare întîrziată provenite din ţiţei de Nahorkatya. *10* (509).

Scheianu, I. şi *Cristoloveanu, E.* : Obţinerea cerezinei cu punct de topire ridicat şi culoare deschisă. *11* (571).

Şerbănescu, A. : Studiul comportării polarografice a vanadiului din cenuşile de ţiţeiuri. *4* (194).

Timuş, M. şi *Boldescu, G.* Procedee moderne de fabricare a benzinei superioare şi economicitatea lor. *5* (255).

Ţunescu, R. : O nouă metodă de trasare a curbei de vaporizare în echilibrul prin calcul. *7* (355).

5. Mecanice

Bălăcescu, A. : Spargerea şuberelor din cauza împiedicării dilatării din interiorul lor. *2* (109).

Boru, M. şi *Forje, A.* : Consideraţii asupra criteriilor de admisibilitate privind sudurile de îmbinare la conductele magistrale pe baza controlului cu radiaţii atomice. *7* (358).

Comănescu, T., Huhulea, I. şi *Nitu, V.* : Consideraţii privind alegerea tensiunii optime de utilizare pentru acţionări electrice în industria extractivă de ţiţei. *9* (448).

Forje, A. şi *Boru, M.* : Consideraţii asupra criteriilor de admisibilitate privind sudurile de îmbinare la conductele magistrale pe baza controlului cu radiaţii atomice. *7* (358).
Geller, M. : Contribuţii la calculul solicitărilor din prăjinile de pompare. *4* (184).
Huhulea, I., Comănescu, T. şi *Nitu, V.* : Consideraţii privind alegerea tensiunii optime de utilizare pentru acţionările electrice în industria extractivă de ţiţei. *9* (448).
Nitu, V., Huhulea, I. şi *Comănescu, I.* : Consideraţii privind alegerea tensiunii optime de utilizare pentru acţionările electrice în industria extractivă de ţiţei. *9* (448).

6. **Automatizare**

Bălăcescu, A., Drăguţ, A., Matei, C. şi *Enescu, D.* : Problemele automatizării în rafinării. *9* (438).
Drăguţ, A., Bălăcescu, A., Matei, C. şi *Enescu, D.* : Problemele automatizării în rafinării. *9* (438).
Evghenide, C., Iacob., S. şi *Socol, S.* : Regulatoarele de nivel în separatoare gaze-ţiţei de tip laminar. *4* (189).
Evghenide, C, şi *Socol, S.* : Consideraţii cu privire la efectuarea unor perfecţionări ale proceselor tehnologice din extracţia ţiţeiului o dată cu introducerea automatizării. *11* (547).
Enescu, D., Drăguţ, A., Bălăcescu, A. şi *Matei, C.* : Problemele automatizării în rafinării. *9* (438).
Iacob, I., Evghenide, C. şi *Socol, S.* : Regulatoare de nivel în separatoare de gaze-ţiţei de tip laminar. *4* (189).
Socol, S., Evghenide, C. şi *Iacob, I.* : Regulatoare de nivel în separatoare gaze-ţiţei de tip laminar. *4* (189).
Socol, S. şi *Evghenide, C.* : Consideraţii cu privire la efectuarea unor perfecţionări ale proceselor tehnologice din extracţia ţiţeiului o dată cu introducerea automatizării. *11* (547).

7. **Transport**

Capbătut, V. : Aspecte din tehnologia executării îmbinărilor sudate la conductele magistrale de gaze şi produse petroliere. *5* (261).
Forje, A. : Controlul nedistructiv al sudurilor la montajul conductelor magistrale pentru transportul ţiţeiului, gazelor şi produselor petroliere. *2* (92).
Motelică, I. : Influenţa profilului longitudinal asupra capacităţii de transport a conductelor magistrale de gaze. *2* (76).
Silberstein, B. : Cauzele dificultăţilor întîmpinate la transportul prin conductă al ţiţeiului parafinos de Berca. *2* (87).
Tindeche, S. : Progrese tehnice la transportul ţiţeiului din R.P.R. *8* (398).

8. **Gaze**

Dragotescu, N. şi *Rosen, V.* : Propuneri în vederea îmbunătăţirii separatoarelor de ţiţei şi gaze folosite în R.P.R. *12* (610).
Pimsner, V. : Metode moderne de uscare a gazelor naturale *3* (144).
Robu, I., Taran, C. şi *Strătulă, C.* : Desulfurarea gazelor de rafinării. *10* (503).
Rosen, V. şi *Dragotescu, N.* : Propuneri în vederea îmbunătăţirii separatoarelor de ţiţei şi gaze folosite în R.P.R. *12* (610).
Strătulă, C., Robu, I. şi *Taran, C.* : Desulfurarea gazelor de rafinărie. *10* (503).
Tudose, I. : Tehnica construirii conductelor magistrale de gaze în R.P.R. *1* (28).
Taran, C., Strătulă, C., Robu, I. : Desulfurarea gazelor de rafinărie. *10* (503).

9. **Probleme tehnico-economice**

Andone, I. : Majorarea salariilor muncitorilor din ramura petrol şi gaze. *2* (101).
Hănciulescu, T. : Termenul de recuperare a fondurilor de investiţii în industria extractivă de ţiţei din R.P.R. *6* (314).
Hănciulescu, T. şi *Popescu, C.* : Gradul de complexitate în rafinării. *7* (363).
Popescu, C. şi *Hănciulescu, T.* : Gradul de complexitate în rafinării. *7* (363).
Stoian, M. : Influenţa creşterii producţiei asupra reducerii preţului de cost în întreprinderile de extracţie a ţiţeiului *4* (206).

10. **Utilaj petrolier**

Morega, I. : Producţia şi exportul de instalaţii şi utilaje complete româneşti în continuă dezvoltare. *8* (412).
Nicolescu, M şi *Teodorescu, St.* : Elemente de calcul geometric pentru desfăşuratele mantalelor rezervoarelor sferice de presiune. *9* (457).
Nicolescu, M şi *Teodorescu, Şt.* : Elemente de calcul al rezistenţei vaselor sferice de presiune. *12* (629).
Teodorescu, Şt. şi *Nicolescu, M.* : Elemente de calcul geometric pentru desfăşuratele mantalelor rezervoarelor sferice de presiune. *9* (457).
Teodorescu, Şt. şi *Nicolescu, M.* : Elemente de calcul al rezistenţei vaselor sferice de presiune. *12* (629).

11. **Tehnica securităţii şi protecţia muncii**

Mihai, V. : Problema deşeurilor radioactive în şantierele de petrol. *8* (408).

III. Documentare

Nr. *1*, p. 50; nr. *2*, p. 109; nr. *3*, p. 161; nr. *4*, p. 215; nr. *5*, p. 271; nr. *6*, p. 317; nr. *7*, p. 371; nr. *8*, p. 418; nr. *9*, p. 466; nr. *10*, p. 517; nr. *11*, p.577; nr. *12*, p. 639.

IV. Informaţii economice

Nr. *1*, p. 48; nr. *3*, p. 160; nr. *6*, p. 317; nr. *7*, p. 371; nr. *8*, p. 417.

V. Cronică

Nr. *1*, p. 46, nr. *5*, p. 269; nr. *6*, p. 317; nr. *8*, p. 416; nr. *9*, p. 472; nr. *10*, p. 517; nr. *11*, p. 576; nr. *12*, p. 639.

VI. Recenzii

Nr. *6*, p. 321; nr. *8*, p. 420; nr. *9*, p. 471; nr. *10*, p. 522; nr. *11*, p. 579; nr. *12*, p. 642.

VII. Brevete şi inovaţii

Nr. *1*, p. 54; nr. *2*, p. 112.

MAGYAR KÖZPONTI DOKUMENTÁCIÓS KÖNYVTÁR

Revista PETROL şi GAZE, organ a Ministerului Industriei Petrolului şi Chimiei şi al Consiliului Naţional al Inginerilor şi Tehnicenilor din R.P.R (C.N.I.T.) Redacţia: Bucureşti, str. Ion Ghica, nr. 3, raion Tudor Vladimirescu, telefon 16.78.78 Revista este editată de Centrul de documentare al industriei petrolului şi chimiei. Abonamentele pentru biblioteci, cabinetele tehnice, individuale se pot achita în numerar sau în contul nostru de virament : Centrul de documentare al industriei petrolului şi chimiei — sectorul publicaţiilor tehnice — telefon 13.52.23, Bd. N. Bălcescu, nr. 16, raion 30 Decembrie, cont 136402 — 17 B.R.P.R., Filiala 30 Decembrie, Bucureşti. Tarif pentru întreprinderi lei 100 anual ; tarif pentru abonamentele individuale : lei 30 anual. Preţul unui exemplar : lei 5. Taxele poştale plătite în numerar conform aprobării D.G.P.Tc. nr.560/ 11 759/1962. Tiparul : Întreprinderea Poligrafică Informaţia, Bucureşti — c. 4545

Recomandări pentru autori

1. Lucrările ce pot fi prezentate spre publicare sînt: de importanță generală, tehnico-științifice speciale, teoretice sau experimentale și tehnice obișnuite.

2. Lucrările vor fi axate pe aducerea la îndeplinire a sarcinilor privind introducerea tehnicii noi, ridicarea calității produselor, reducerea prețului de cost, creșterea productivității muncii etc. Legătura cu practica muncii de cercetare, proiectare, învățămînt, producție este condiția esențială pe care trebuie să o îndeplinească tema tratată. Lucrările de sinteză sau de discuție să se refere la probleme noi și actuale, de interes general. Articolele interesînd industria vor cuprinde considerații privind eficiența economică a soluțiilor. Se recomandă ca articolele să posede propuneri de viitor.

3. Verificarea experimentală se impune ca necesitate de prim ordin la lucrările care se pretează la asemenea verificări.

4. Lucrările care au mai fost publicate integral sau parțial nu pot fi trimise redacției spre publicare.

5. Un scurt rezumat fixînd premisele de la care s-a pornit, problema studiată și cadrul în care este tratată, nedepășind 4—5 rînduri, va fi anexat lucrării.

6. În introducere se încadrează problema în preocupările generale ale disciplinei și în preocupările producției; de asemenea se arată scopul lucrării, subliniindu-se contribuția autorului. Tratarea va trebui să fie unitară, permițînd inteligibilitatea fără dificultăți a problemelor. Se vor evita introduceri sau demonstrații voluminoase; de asemenea se va evita repetarea în text a ceea ce poate fi găsit în literatura publicată, sau poate fi redat intuitiv prin materialul grafic — ilustrativ, tabele etc.

7. Concluziile vor concentra rezultate obținute cu indicarea limitei de valabilitate și aplicațiile posibile.

8. Citarea literaturii de specialitate este obligatorie, pentru afirmațiile luate din alte lucrări și care nu sînt în general cunoscute.

9. Dezvoltarea materialelor vor fi limitate la cele absolut necesare înțelegerii raționamentului.

10. Se recomandă o atenție deosebită scrierii formulelor conform STAS. Indicii și exponenții se vor scrie mai mici decît baza și așezați mai jos sau mai sus decît baza. Se vor scrie, de asemenea, cu grijă literele majuscule, minuscule sau cele rusești, otomane, grecești, germane etc.

11. Lista bibliografică se va întocmi cuprinzînd lucrările la care se referă textul (cît și figura sau tabela) atît cele speciale cît și cele generale. Se vor indica toate datele în transcripții originale. Pentru cărți: numele complet, prenumele prescurtat, titlul complet (eventual și trad. în paranteză), ediția, editorul, locul editurii, anul. Pentru articole: numele complet, prenumele prescurtat, titlul complet original (eventual și tradus în paranteză), revista, volumul, numărul, luna și anul, paginile.

Scrisul la mașină al articolelor este recomandat cu insistență, exceptîndu-se lucrările scrise caligrafic.

Se scrie pe o singură pagină (față), la două rînduri (2 000 semne de pagini). Se recomandă 10—12 pagini dactilografiate.

12. Nu se admite trimiterea concomitentă a textului la alte publicații.

13. Articolele se trimit cu o notă însoțitoare pe adresa redacției. În notă se vor indica: titluri, funcții, localitatea și adresa domiciliului, număr de telefon.

14. Lucrările executate în cadrul diverselor instituții sau organizații vor purta aprobarea acestora pentru publicare.

15. Corecturile se vor face după normele tipografice în vigoare. Corecturile trimise autorilor vor fi înapoiate în maximum 48 ore de la primire. Nu se admit modificări în corectură față de manuscris.

Abonați-vă la revistele:

Revista de chimie
PETROL ŞI GAZE
CELULOZĂ ŞI HÎRTIE
Materiale plastice

EDITATE DE MINISTERUL INDUSTRIEI PETROLULUI ŞI CHIMIEI — CENTRUL DE DOCUMENTARE AL INDUSTRIEI PETROLULUI ŞI CHIMIEI — ÎN COLABORARE CU CONSILIUL NAŢIONAL AL INGINERILOR ŞI TEHNICIENILOR DIN R. P. R.

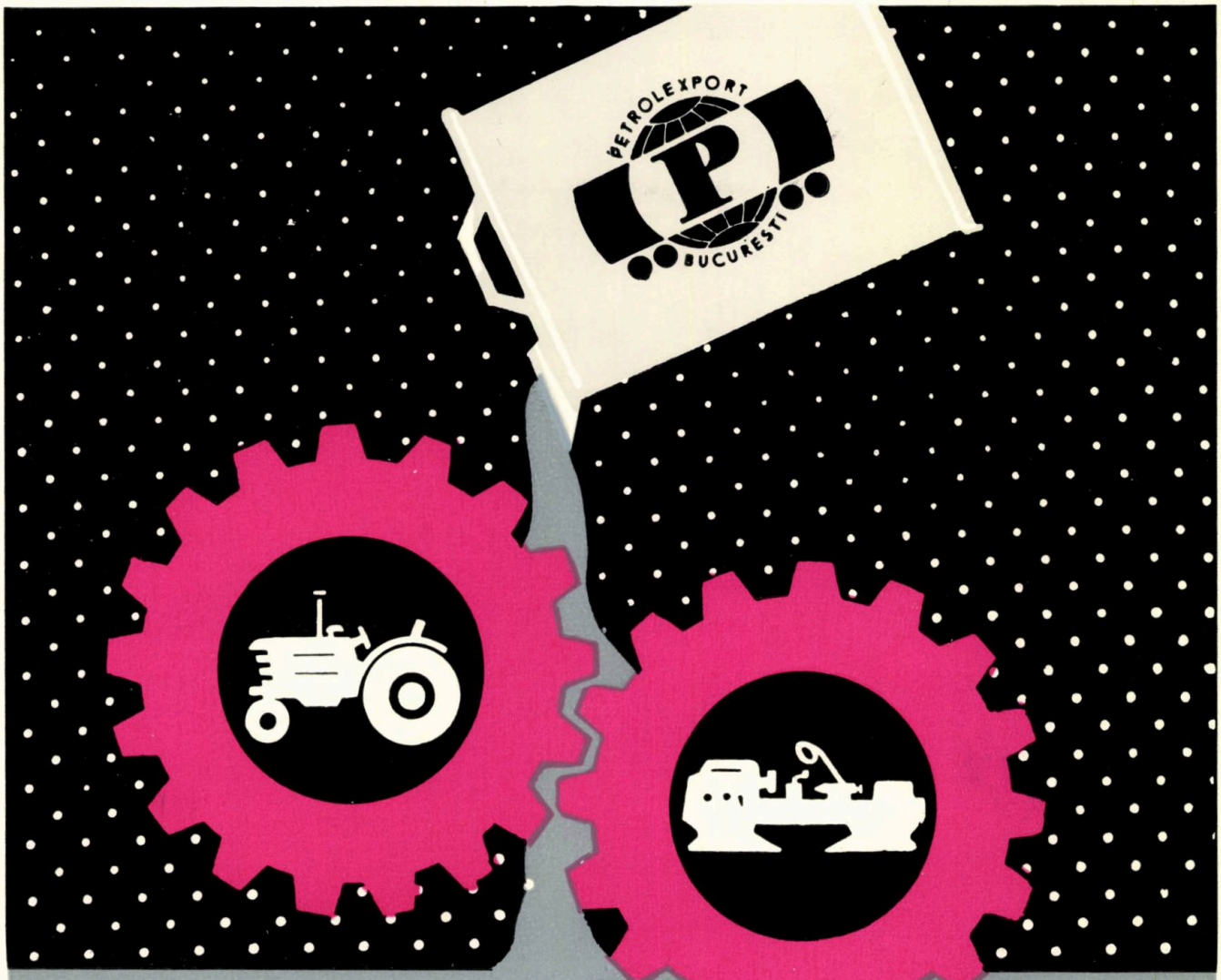
Abonamente se primesc pe adresa: CENTRUL DE DOCUMENTARE AL INDUSTRIEI PETROLULUI ŞI CHIMIEI, Bucureşti, bd. N. Bălcescu, nr. 16, Raionul 30 Decembrie, tel. 14.72.10/176, în contul de virament nr. 0136402—17, Filiala 30 Decembrie B.R.P.R.

COSTUL UNUI ABONAMENT ANUAL PENTRU MUNCITORI, TEHNICIENI ŞI INGINERI ESTE DE LEI 30.

COSTUL UNUI ABONAMENT ANUAL PENTRU INSTITUŢII ESTE:

REVISTA DE CHIMIE	LEI 160	apariţie lunară
PETROL ŞI GAZE	LEI 100	apariţie lunară
CELULOZĂ ŞI HÎRTIE	LEI 100	apariţie lunară
MALERIALE PLASTICE	LEI 150	apariţie trimestrială

OPSZ DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONTI MŰSZAKI KÖNYVTÁR 1883



ULEIURI LUBRIFIANTE ROMÎNEȘTI DE CALITATE SUPERIOARĂ

LIVRARE PROMPTĂ **CONDIȚII AVANTAJOASE**

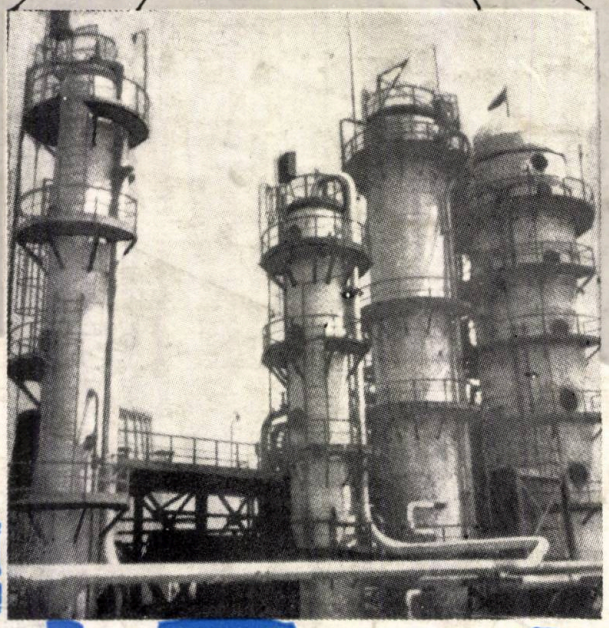
— ULEIURI CU SAU FĂRĂ ADITIVI pentru motoare cu ardere internă, cu o bună stabilitate în condiții variate de temperatură, redată prin indicele de vîscozitate Dean Davis de minimum 90.
— ULEI DE TURBINĂ caracterizat prin condiții mari de stabilitate chimică și o capacitate înaltă de dezemulsionare.
— ULEIURI PENTRU TRANSFORMATOARE ȘI COMUTATOARE ELECTRICE cu o mare stabilitate chimică și puncte joase de congelare, care servesc atît ca izolanți cît și ca intermediari de răcire.
— ULEIURI PENTRU MAȘINI CU ABUR SATURAT ȘI SUPRAÎNCĂLZIT cu temperaturi mari de inflamabilitate.
— ULEIURI INDUSTRIALE destinate ungerii diferitelor mașini care lucrează în regim moderat de temperatură.
— ULEIURI TEXTILE cu congelări joase și vîscozitate mică.

Exportă:

PETROLEXPORT

BD. 6 MARTIE NR. 42, BUCUREȘTI — ROMÎNIA
TEL. 15.70.17 • TELEX: 266

CHIMIMPORT
BUCUREȘTI



Sole exporters in Rumania for

INORGANIC CHEMICAL PRODUCTS

chloro-sodium products, calcium carbide, sodium bichromate, carbon-black, etc.

ORGANIC CHEMICAL PRODUCTS

formic acid, oxalic acid, aromatic hydrocarbons, phenol, intermediates for dyestuffs, solvents, organic dyestuffs, polyvinyl chloride, lacquers and paints, bleached reed pulp, synthetic rubber, reclaimed rubber petroleum jelly and white oils, castor oil, synthetic detergents, chlorinated insecticides, essential oils, etc.

PHARMACEUTICAL SUBSTANCES AND MEDICINES

CHEMICAL REAGENTS

COSMETICALS AND PARFUMERY

CHIMIMPORT
State Enterprise for Foreign Trade
Bd. Republicii no. 10 • Telex no. 215

P. O. Box 525 – Telephone no.: 16.08.36
Telegraphic Adress: „CHIMIMPORT" Bucharest

CHIMIMPORT
BUCUREȘTI